UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"USO DE PROBIÓTICOS NATURALES ELABORADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE."

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria

Autora:

Mena Pacheco Nayely Monserrat

Tutora:

Silva Déley Lucia Monserrath

Latacunga – Ecuador

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Mena Pacheco Nayely Monserrat con cédula de ciudadanía No. 0504015744, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"USO DE PROBIÓTICOS NATURALES ELABORADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA (*ANANAS COMOSUS*) Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*MUSA PARADISIACA*) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE."**, siendo la Ingeniera Mg. Lucia Monserrath Silva Déley, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 05 de agosto del 2026

Nayely Monserrat Mena Pacheco
CC:0504015744
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MENA PACHECO NAYELY MONSERRAT**, identificada con cédula de ciudadanía **0504015744** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"USO DE PROBIÓTICOS NATURALES ELABORADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE.** "la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2019 – marzo 2020

Finalización de la carrera: abril 2026 – agosto 2026

Tutora: Ingeniera Silva Déley Lucia Monserrath,Mg

Tema: "Uso de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña (*ananas comosus*) y cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) en el desempeño productivo de pollos de engorde"**.**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de

Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 07 días del mes de agosto de 2026.

Mena Pacheco Nayely Monserrat	Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

"USO DE PROBIÓTICOS NATURALES ELABORADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA *(Ananas comosus)* Y CÁSCARA DE PLÁTANO *(Musa paradisiaca)* EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE" de Mena Pacheco Nayely Monserrat, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 05 de agosto del 2026

Ing. Silva Deley Lucia Monserrath Mg.
C.C: 0602933673
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Mena Pacheco Nayely Monserrat con el título de Proyecto de Investigación: **"USO DE PROBIÓTICOS NATURALES ELABORADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA *(Ananas comosus) Y* CÁSCARA DE PLÁTANO *(Musa paradisiaca)* EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE",** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa instituciona

Latacunga, 05 de agosto del 2026

DMV. Edilberto Chacón Marcheco, PhD.
C.I: 1756985691
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.
C.C: 0501720999
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Dra. Nancy Margoth Cueva Salazar, Mg.
C.C: 0501616353
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a mi tutora de tesis, por su orientación durante el desarrollo de esta investigación. En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para alcanzar esta importante meta. Por acompañarme en cada etapa de este camino y darme la perseverancia para continuar aun cuando las circunstancias fueron difíciles.

A mis amados padres, por ser un pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional, sus enseñanzas, sacrificios y apoyo constante. Gracias por creer siempre en mí, por confiar en mis capacidades y por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Este logro es también el reflejo de todo lo que me han enseñado y del amor con el que me han acompañado a lo largo de mi vida.

A mis queridas hermanas, por su amor, cariño y apoyo incondicional. Gracias por cada palabra de aliento, por estar presentes durante mi etapa universitaria y por acompañarme en cada momento de este proceso. Este logro también lleva una parte de ustedes, porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y cariño. Las quiero profundamente.

A mi amado esposo, gracias por ser el pilar que sostuvo mis días más difíciles. Tu amor, paciencia, comprensión, palabras de aliento y confianza en mí fueron una fuente de fortaleza para continuar adelante. Gracias por caminar a mi lado, por compartir mis sueños como si fueran propios y por recordarme, una y otra vez, que era capaz de alcanzar esta meta. Este triunfo también te pertenece, porque en cada página de esta tesis está presente el reflejo de tu apoyo, compañía y amor. Te amo.

A mi amada hija, el amor más grande de mi vida y la razón más hermosa de cada uno de mis esfuerzos. Gracias por ser mi mayor inspiración y por dar sentido a cada sacrificio realizado durante este camino. Cada paso que di para alcanzar este sueño estuvo acompañado del deseo de construir un futuro lleno de oportunidades a tu lado. Este logro también lleva tu nombre, porque eres la razón que me impulsa a superarme y a ser mejor cada día. Te amo con todo mi corazón y deseo que este logro te

enseñe que, con amor, perseverancia y fe, no existen sueños imposibles.

Con profundo cariño, dedico también este trabajo a mi querida universidad y a mi tutora, quienes contribuyeron significativamente a mi formación académica y al desarrollo de esta investigación. Gracias por los conocimientos, enseñanzas y experiencias que dejaron una huella importante en mi crecimiento personal y profesional.

Finalmente, este logro representa el fruto del esfuerzo, la dedicación, la perseverancia y, sobre todo, del apoyo de todas aquellas personas que estuvieron presentes durante este largo camino. A cada una de ellas, mi más sincero agradecimiento, porque de una u otra manera contribuyeron a que hoy pueda cumplir este sueño.

Con profundo cariño y gratitud,

Nayely Monserrath Mena Pacheco

DEDICATORIA

A mi hija, mi mayor inspiración:

A ti, mi pequeña, te dedico este logro con todo el amor de mi corazón. Eres la luz que ilumina mis días y la razón que me impulsa a seguir adelante aun cuando el camino se vuelve difícil. Cada esfuerzo, cada desvelo y cada momento en el que sentí que no podía más, encontré en tu sonrisa la fuerza necesaria para continuar. Espero que algún día comprendas que muchos de mis sueños llevan tu nombre, porque quiero construir para ti un futuro lleno de oportunidades y enseñarte, con mi ejemplo, que con esfuerzo, perseverancia y amor podemos alcanzar aquello que nos proponemos. Este logro es también tuyo, mi niña, porque tú fuiste y siempre serás una de mis mayores razones para no rendirme.

A mi esposo, mi compañero de vida:

A ti, que has estado a mi lado durante este camino, quiero dedicarte unas palabras llenas de gratitud y amor. Gracias por acompañarme en los momentos de cansancio, por escucharme cuando las dudas aparecían y por brindarme tu apoyo cuando más lo necesitaba. Gracias por creer en mí, por motivarme a continuar y por compartir conmigo cada sacrificio y cada alegría que trajo consigo este proceso. Tu compañía hizo que los momentos difíciles fueran más llevaderos y que cada pequeño triunfo tuviera un significado aún más especial.

A ustedes, mi familia:

Este logro no representa solamente el final de una etapa académica, sino también el resultado de muchos esfuerzos, sacrificios y momentos que vivimos juntos. Si hoy puedo mirar atrás y sentir orgullo por lo alcanzado, es porque tuve 3 grandes motivos para seguir luchando: mi familia, mi hija y mi esposo. Ustedes son mi fortaleza, mi inspiración y el lugar al que siempre quiero volver. Con todo mi amor, les dedico este logro, porque cada página de esta tesis lleva un poco de mi esfuerzo, pero también lleva el amor que siento por ustedes. Gracias por ser parte de mi vida y por darme razones para nunca rendirme.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSO NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TÍTULO: "USO DE PROBIÓTICOS NATURALES ELABORADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE.

AUTORA: Mena Pacheco Nayely Monserrat

RESUMEN

El aprovechamiento de subproductos agroindustriales representa una alternativa sostenible para la producción avícola, es por ello que, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el uso de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), mediante su administración en el agua de bebida y su efecto sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental, con diseño completamente al azar (DCA), utilizando cuatro tratamientos: T0 (testigo sin inclusión de fermento probiótico), T1 (5 ml de fermento de cáscara de piña), T2 (5 ml de fermento de cáscara de plátano) y T3 (mezcla de ambos fermentos 2,5 de cada uno respectivamente), con 25 aves por tratamiento y un total de 100 pollos de engorde, durante un periodo de 42 días. Se realizaron análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos de los fermentos, además se evaluó su desempeño productivo. Las bebidas fermentadas mostraron pH ácido (3.51 en cáscara de piña y 3.77 en cáscara de plátano). En los resultados productivos, la suplementación con las bebidas fermentadas no generó diferencias estadísticas significativas en el peso vivo, consumo de agua, consumo de alimento ni conversión alimenticia durante la mayor parte del experimento. La ganancia de peso únicamente presentó diferencia significativa a los 28 días, donde el tratamiento T3 alcanzó el mayor valor; sin embargo, este efecto no se mantuvo en las evaluaciones posteriores. La mortalidad fue baja, con un solo deceso en el tratamiento T2, y la viabilidad general del lote se mantuvo alta. En el análisis económico, todos los tratamientos presentaron una relación beneficio/costo superior a 1, siendo el control el de mayor rentabilidad (1.23), mientras que los tratamientos con fermentos registraron valores de 1.20, lo que demuestra que la inclusión de estos probióticos naturales no mejoró la rentabilidad frente al tratamiento testigo.

Palabras clave: Cáscara de piña, cáscara de plátano, probióticos naturales.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

VETERINARY MEDICINE PROGRAM

TITLE: "USE OF NATURAL PROBIOTICS MADE FROM PINEAPPLE PEEL (*Ananas comosus*) AND BANANA PEEL (*Musa paradisiaca*) IN THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS.

AUTHOR: Mena Pacheco Nayely Monserrat

ABSTRACT

The use of agro-industrial byproducts represents a sustainable alternative for poultry production. Therefore, this research aimed to evaluate the use of natural probiotics obtained from pineapple peel (Ananas comosus) and banana peel (Musa paradisiaca), through their administration in drinking water and their effect on the productive performance of broiler chickens.

The study was developed under a quantitative, of type experimental approach, with a completely randomized design (DCA), using four treatments: T0 (control without inclusion of probiotic ferment), T1 (5 ml of pineapple peel ferment), T2 (5 ml of banana peel ferment), and T3 (mixture of both ferments, 2.5 of each, respectively), with 25 birds per treatment and a total of 100 broiler chickens, during a period of 42 days. Physicochemical, bromatological, and microbiological analyses of the starters were performed, in addition to the evaluation of live weight, feed consumption, water consumption, weight gain, feed conversion, and cost/benefit analysis. The fermented beverages showed acidic pH (3.51 in pineapple peel and 3.77 in banana peel.

Regarding productive performance, supplementation with the fermented beverages did not result in statistically significant differences in live weight, water consumption, feed consumption, or feed conversion during most of the experiment. Weight gain only showed a significant difference at 28 days; however, treatment T3 reached the highest value; however, this effect was not maintained in subsequent evaluations. Mortality was low, with only one death in treatment T2, and the overall viability of the batch remained high. In the economic analysis, all treatments showed a benefit-cost ratio greater than 1, with the control treatment being the most profitable (1.23), while the treatments with fermented products registered values of 1.20, demonstrating that the inclusion of these natural probiotics did not improve profitability compared to the control treatment.

Keywords: Pineapple peel, banana peel, natural probiotic.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi
AGRADECIMIENTO vii
DEDICATORIA ix
RESUMEN x
ABSTRACT xi
ÍNDICE DE CONTENIDO xii
ÍNDICE DE TABLAS xiv
ÍNDICE DE FIGURAS xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL 1
2. JUSTIFICACIÓN 1
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3
3.1. Beneficiarios directos 3
3.2. Beneficiarios Indirectos 3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
5. OBJETIVOS 5
5.1. Objetivo General 5
5.2. Objetivos Específicos 5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 7
7.1. Importancia de la avicultura en el Ecuador 7
7.2. Pollos de engorde 8
7.3. Líneas genéticas de pollos de engorde 8

7.4. Etapas de crianza del pollo Broiler 8
7.5. Factores que influyen en el desempeño productivo de los pollos de engorde 10
7.6. Anatomía del aparato digestivo de los pollos de engorde 15
7.7. Nutrición y fisiología digestiva del pollo de engorde..... 16
7.8. Sistema inmune en pollos de engorde 17
7.9. Relación entre el intestino, la microbiota y el aprovechamiento de alimento 17
7.10. Parámetros productivos en pollos de engorde 19
7.11. Requerimientos nutricionales del Broiler 20
7.12. Uso de aditivos en la alimentación de los pollos de engorde 22
7.13. Uso de los probióticos y su influencia en el tracto gastrointestinal..... 28
7.14. Uso de subproductos frutales en la alimentación de los pollos de engorde 29
7.15. Cáscara de plátano 32
7.16. Evaluación bromatológica 35
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS 36
9. METODOLOGÍA 36
9.1. Ubicación del proyecto 36
9.2. Diseño de la investigación 37
9.3. Manejo de los pollos de engorde 39
9.4. Manejo experimental 42
9.5. Caracterización física y bromatológica de la cáscara de piña y cáscara de plátano 43
9.6. Variables productivas evaluadas 44
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 46
10.1. Elaboración del fermento..... 46
10.2. Evaluación del desempeño productivo del pollo de engorde bajo el efecto de distintas bebidas fermentadas utilizadas como potencial probiótico..... 50

10.3. Análisis Costo/beneficio 58
11. IMPACTOS 60
11.1. Impacto Técnico 60
11.2. Impacto Económico 60
11.3. Impacto Social 60
12. CONCLUSIONES 62
13. RECOMENDACIONES 63
14. BIBLIOGRAFÍAS 64
15. ANEXOS……

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados…….6
Tabla 2 Aspectos que deben considerarse durante la Fase inicial de la crianza de los pollos de engorde.....9
Tabla 3 Principales factores que influyen en el rendimiento productivo de los pollos de engorde……10
Tabla 4 Influencia de la temperatura y humedad relativa sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde.....11
Tabla 5 Influencia de la ventilación sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde.....12
Tabla 6 Número recomendado de pollos de engorde según las dimensiones del galpón y tipo de clima.....14
Tabla 7 Funciones y principales fuentes de proteínas y carbohidratos en la alimentación de los pollos de engorde.....21
Tabla 8 Principales vitaminas y funciones utilizadas en la dieta de los pollos de engorde…….21
Tabla 9 Los minerales y sus principales funciones metabólicas……22
Tabla 10 Principales enzimas utilizadas en pollos de engorde y sus funciones……23
Tabla 11 Principales ácidos orgánicos utilizados en pollos de engorde y sus beneficios.....25

Tabla 12 Tipos de prebióticos naturales y sus beneficios en la microbiota intestinal de los pollos de engorde.....26
Tabla 13 Tipos de probióticos empleados en pollos de engorde……27
Tabla 14 Principales compuestos bioactivos presentes en los subproductos frutales y su importancia en la alimentación en pollos de engorde……..30
Tabla 15 Composición y relevancia de la cáscara de piña (Ananas comosus) para la elaboración de un fermento probiótico……31
Tabla 16 Composición física, química y bromatológica de la cáscara de piña (Ananas comosus)…….….31
Tabla 17 Principales compuestos de la cáscara de plátano.....33
Tabla 18 Componentes principales de la cáscara de plátano……34
Tabla 19 Componentes funcionales de la cáscara de plátano…….35
Tabla 20 Parámetros bromatológicos evaluados……36
Tabla 21 Descripción del manejo experimental por tratamientos……..38
Tabla 22 Manejo de temperatura durante el desarrollo productivo del pollo de engorde……..…41
Tabla 23 Ingredientes utilizados para la elaboración de un litro de fermento de probiótico natural…….42
Tabla 24 Técnicas empleadas en la evaluación física de las bebidas fermentadas……43
Tabla 25 Características químicas de las bebidas fermentadas……..44
Tabla 26 Análisis fisicoquímico comparativo de las bebidas fermentadas empleadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano……47
Tabla 27 Composición bromatológica de las bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano.....48
Tabla 28 Análisis de microorganismos benéficos presentes en los fermentos.....49
Tabla 29 Efecto de los tratamientos sobre el peso vivo de los pollos de engorde……..51
Tabla 30 Medias del consumo de alimento (g) de los pollos de engorde……..53
Tabla 31 Medias del consumo de alimento (mL) de los pollos de engorde……..54
Tabla 32 Efecto de las bebidas fermentadas sobre la ganancia de peso de pollos de engorde…….55
Tabla 33 Medias de la conversión alimenticia de los pollos de engorde empleando las bebidas fermentadas……..56
Tabla 34 Resultados de la mortalidad de pollos de engorde por tratamiento.....57

Tabla 35 Costo/beneficio durante el uso de los tratamientos evaluados en los pollos de engorde.....59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción de pollos de engorde anualmente en el Ecuador.....7
Figura 2 Sistema digestivo de los pollos de engorde.....15
Figura 3 Distribución de la microbiota y variación del pH a lo largo del tracto gastrointestinal de las aves……18
Figura 4 Efectos de los probióticos sobre la salud intestinal.....29
Figura 5 Ubicación del proyecto de investigación.....37

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: Uso de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el desempeño productivo de pollos de engorde.

Fecha de inicio: junio 2026

Fecha de finalización: agosto 2026

Lugar de ejecución: El proyecto fue realizado en un galpón que estuvo ubicado en el barrio Cruzpamba, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Carrera de Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación: Prevención y control de enfermedades en animales domésticos y silvestres de la Provincia del Ecuador.

Equipo de trabajo:

Nayely Monserrat Mena Pacheco (Anexo 1)

Ing. Mg. Lucia Monserrath Silva Deley (Anexo 2)

Área de conocimiento: Agricultura.

Línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales / Producción y biotecnología animal.

Sub líneas de investigación de la carrera: Microbiología, parasitología, inmunología y sanidad animal

2. JUSTIFICACIÓN

La producción avícola en el Ecuador es uno de los sistemas de producción pecuaria de mayor dinamismo y relevancia económica, caracterizándose por un crecimiento sostenido durante los últimos años. Este sector aporta aproximadamente 300.000 empleos directos e indirectos durante toda su cadena de producción y comercialización. Además, contribuye a la economía del país, al representar el 4% del Producto Interno Bruto (PIB)

nacional e impulsar el desarrollo de actividades como la producción de materias primas, el procesamiento de alimentos balanceados y comercialización, fortaleciendo la economía rural y urbana del país (1).

Sin embargo, pese a su crecimiento e importancia económica, la producción avícola se ve afectada por diversas enfermedades que disminuyen el desempeño productivo de los pollos de engorde. La presencia de estas afecciones, pueden provocar desequilibrios en la microbiota intestinal reduciendo la conversión alimenticia, el aumento de peso y la eficiencia productiva generando pérdidas económicas a los pequeños y medianos productores, para prevenir estas afecciones y mejorar los parámetros productivos, tradicionalmente se ha recurrido al uso de antibióticos empleados como promotores de crecimiento, con el fin de reducir la carga microbiana y mejorar los resultados productivos, pero su uso indiscriminado ha generado una preocupación constante debido al desarrollo de resistencia antimicrobiana y a la presencia de residuos en los productos de origen avícola, lo que impulsado la búsqueda de alternativas naturales que mejoren el rendimiento productivo de los pollos de engorde sin elevar los costos de producción (2,3).

En el cantón Pujilí, la actividad avícola se desarrolla principalmente en sistemas de crianza intensivos y extensivos, característicos de pequeños y medianos productores rurales. Estos sistemas constituyen una fuente de ingresos económicos para los productores, sin embargo, aún se presentan limitaciones relacionadas con el manejo sanitario, la alimentación y la prevención de enfermedades son los principales factores que afectan directamente los parámetros productivos y la rentabilidad de pequeños y medianos productores ubicados en las parroquias rurales del cantón, para minimizar estas pérdidas y mejorar la eficiencia productiva, durante mucho tiempo se ha recurrido al uso de antibióticos como promotores de crecimiento, con el fin de reducir la incidencia de enfermedades bacterianas, es por ello que para minimizar estas pérdidas y mejorar la eficiencia productiva de los pollos de engorde sin emplear antibióticos durante su ciclo productivo reduciendo los residuos de estos antibióticos en los productos destinados al consumo humano en varios países se ha promovido la implementación de alternativas naturales, que permiten mejorar el desempeño productivo de los pollos de engorde sin comprometer la inocuidad alimentaria. Sin embargo, en el cantón no existe información científica que permita evaluar el efecto de alternativas naturales sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde. Conocer el efecto combinado de la cáscara de piña y la cáscara de plátano permitirá evaluar su impacto en la productividad de los pollos de

engorde, además de generar información útil como base para futuras investigaciones adaptadas a las condiciones de la zona de estudio (4,5).

El estudio beneficiará directamente a 112 productores de pollos de engorde de Pujilí, quienes podrán disponer de información actualizada sobre el efecto de los probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). Los resultados obtenidos permitirán fortalecer los conocimientos sobre el uso de alternativas naturales orientadas a mejorar parámetros productivos como la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el consumo de alimento y la salud intestinal de los pollos de engorde. De manera indirecta, la investigación contribuirá al mejoramiento del manejo productivo de aproximadamente 300 pollos de engorde, al proporcionar estrategias nutricionales más sostenibles y seguras que reduzcan la dependencia del uso de antibióticos como promotores de crecimiento y mejoren los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

- 112 pequeños y medianos productores de pollos de engorde en la parroquia de Pujilí, quienes dispondrán de información científica sobre el uso de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano como alternativa para mejorar el desempeño productivo de los pollos de engorde.

3.2. Beneficiarios Indirectos

- 1250 pobladores del cantón Pujilí, que consumen los productos provenientes de la producción de pollos de engorde o se encuentran ubicados a los alrededores.
- Productores avícolas locales del cantón Pujilí, quienes podrán emplear los resultados como base para futuras investigaciones.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, la producción avícola constituye uno de los principales sistemas pecuarios de mayor importancia debido a que contribuye con la seguridad alimentaria suministrando proteína de alto valor biológico a más del 96% de la población mundial. El aumento de la demanda de carne de pollo ha impulsado la intensificación de los

sistemas de producción, donde la eficiencia alimentaria y la ganancia de peso son factores determinantes para mantener la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción avícola. Sin embargo, la presencia de enfermedades infecciosas que reducen el desempeño productivo de los pollos de engorde causando alteraciones de la microbiota intestinal continúan siendo uno de los principales problemas de este sector, ocasionando la disminución del crecimiento, menor conversión alimenticia, incremento de la mortalidad y pérdidas económicas para los productores.

Durante mucho tiempo, los sistemas de producción avícola han empleado antibióticos como promotores de crecimiento para mejorar la eficiencia productiva y reducir la incidencia de enfermedades bacterianas, debido a que estos disminuían la incidencia de enfermedades en los pollos de engorde, sin embargo su uso indiscriminado ha favorecido la aparición y diseminación de bacterias resistentes, lo que representa una amenaza para la salud animal y humana, debido a la posible transmisión de microorganismos resistentes a través de la cadena alimentaria. Es por ello que, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado reducir el uso rutinario de antibióticos como promotores de crecimiento y promover alternativas nutricionales que contribuyan a mantener el desempeño productivo de los pollos de engorde. Entre estas alternativas se encuentran los probióticos, prebióticos, extractos vegetales, los cuales favorecen el equilibrio de la microbiota intestinal, mejoran la absorción de nutrientes y fortalecen la respuesta inmunitaria sin generar los efectos adversos asociados al uso indiscriminado de antimicrobianos.

En el Ecuador, la producción avícola es uno de los sectores pecuarios que aporta a la economía nacional y a la seguridad alimentaria. La actividad avícola se concentra principalmente en las provincias de la Sierra y la Costa, siendo Cotopaxi una de las zonas donde esta actividad presenta un importante desarrollo de pequeños y medianos productores dedicados a la producción de pollos de engorde. Sin embargo, el uso indiscriminado de antimicrobianos como promotores de crecimiento a generado una preocupación constante, en este contexto en un estudio realizado por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad) evidencio que el 90% de cepas aisladas en carne de pollo presentaron la resistencia de al menos un antimicrobiano empleado en la medicina humana, es por ello que, estos hallazgos impulsan la implementación de medidas orientadas a restringir el uso de antimicrobianos como

promotores de crecimiento en la alimentación de animales de producción destinados al consumo humano, buscando alternativas más seguras y sostenibles.

En el cantón Pujilí, la actividad avícola representa una fuente importante de ingresos para pequeños y medianos productores rurales, los sistemas de producción que allí se encuentran presentan limitaciones relacionadas con el manejo sanitario y la incorporación de estrategias nutricionales que permitan mejorar el desempeño productivo de los pollos de engorde sin depender del uso de antibióticos. Aunque diversas investigaciones han demostrado los beneficios del empleo de probióticos naturales como promotores de crecimiento, en el cantón Pujilí no se dispone de estudios que evalúen el efecto de los probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano sobre los parámetros productivos como la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la mortalidad bajo condiciones propias de la zona de estudio.

Por lo tanto, resulta importante generar evidencia científica que permita determinar el uso de estos subproductos sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde, con el fin de contribuir a la reducción del uso de antibióticos como promotores de crecimiento, mejorando la eficiencia productiva de las explotaciones avícolas y fortalecer la producción de alimentos inocuos para el consumo humano.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

- Evaluar el uso de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), mediante su administración en el agua de bebida y su efecto sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la composición física, química y bromatológica de la cáscara de piña y cáscara de plátano, comprobando su calidad y aporte nutricional para la alimentación de pollos de engorde.
- Valorar los parámetros productivos en los pollos de engorde (peso, consumo de alimento y de agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y

morbilidad), al adicionar a su dieta diaria, el suplemento alimenticio de cáscara de piña y cáscara de plátano.

- Analizar la relación costo/beneficio de la inclusión del suplemento alimenticio en la alimentación de pollos de engorde para determinar su impacto económico en la producción.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos	**Actividades**	**Resultados de la actividad**	**Medios de verificación**
Determinar la composición física, química y bromatológica de la de cáscara de piña y cáscara de plátano, comprobando su calidad y aporte nutricional para la alimentación de pollos de engorde	Elaboración de los fermentos y análisis físico, bromatológico y microbiológico de las bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano.	Se determinaron los parámetros de pH, densidad, sólidos solubles, humedad, proteína, cenizas, materia orgánica, fibra, azúcares, minerales y calidad microbiológica de ambos fermentos, comprobando que cumplen las características requeridas para su utilización como suplemento probiótico	Informes de laboratorio Tablas de resultados fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos.
Valorar los parámetros productivos en los pollos de engorde (peso, consumo de alimento y de agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y morbilidad), al adicionar a su dieta diaria, el suplemento alimenticio de cáscara de piña y cáscara de plátano.	Registro semanal del peso vivo, consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y morbilidad. Análisis estadístico mediante ANOVA y prueba de Tukey (α=0,05).	No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para peso vivo, consumo de alimento, consumo de agua y conversión alimenticia entre tratamientos. La ganancia de peso presentó diferencia significativa únicamente a los 28 días ($p = 0,0188$); en las demás evaluaciones no existieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$).	Registros experimentales, hojas de campo, base de datos y análisis estadístico (InfoStat).
Analizar la relación beneficio–costo de la inclusión del suplemento alimenticio en la alimentación de pollos de engorde para determinar su impacto económico en la producción.	Determinación de costos de producción, ingresos y cálculo de la relación beneficio/costo de cada tratamiento.	La relación beneficio/costo fue de 1,25 (T0), 1,25 (T1), 1,23 (T2) y 1,21 (T3), indicando que todos los tratamientos fueron económicamente rentables al presentar valores superiores a 1.	Registros económicos, costos de producción, ingresos y análisis costo/beneficio.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Importancia de la avicultura en el Ecuador

La constituye uno de los pilares fundamentales más importantes del sector pecuario, debido a que contribuye en la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la generación de empleo, esta actividad comprende una amplia cadena productiva que inicia desde la producción de materias primas (maíz, soya) para la elaboración de alimentos balanceados, continua con el mejoramiento genético, la incubación, la crianza y el manejo de las aves, terminando con la comercialización de carne de pollo, huevos y otros productos avícolas durante esta etapa genera alrededor de 300.000 directos o indirectos durante su cadena productiva. Este sector representa aproximadamente el 4% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y cerca del 24% del PIB agropecuario, produciendo anualmente alrededor de 3.500 millones de dólares (9-11).

El desarrollo de la avicultura nacional ha sido constante durante el último año, se estima una población aproximada de 155 millones de pollos de engorde, con una producción aproximada de 450.000 toneladas de carne de pollo, alrededor de 9,5 millones de gallinas ponedoras junto con una producción de 48 millones de huevos por semana de los cuales el 85% proviene de sistemas de producción tecnificada, mientras que el 15% proviene de sistemas de producción tradicionales. La carne de pollo tiene un consumo per cápita de 30 kg anualmente junto con 140 huevos por persona, esto debido al precio accesible y a su elevado contenido de proteínas de alto valor biológico la cual aporta con aminoácidos esenciales (12,13).

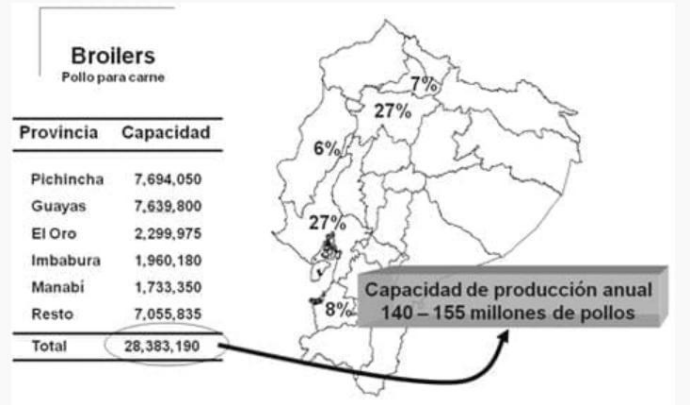


Figura 1 Producción de pollos de engorde anualmente en el Ecuador

Fuente: (14).

7.2.Pollos de engorde

Son aves domésticas que han sido seleccionadas genéticamente, se caracterizan principalmente por poseer una elevada velocidad de crecimiento, eficiente conversión alimenticia y un alto rendimiento en la canal, especialmente en el desarrollo de la pechuga y los muslos. A diferencia de las gallinas ponedoras, los pollos de engorde están desarrollados específicamente para la obtención de carne en un periodo corto de tiempo, es por ello que estos alcanzan pesos de hasta 2,3 kg entre los 42 y 48 días de edad, manteniendo una excelente eficiencia en la conversión alimenticia (15).

7.3.Líneas genéticas de pollos de engorde

Las líneas genéticas de pollos de engorde son el resultado de procesos de mejoramiento genético, que buscan maximizar características productivas tales como la velocidad de crecimiento, la eficiencia en la conversión alimenticia, el rendimiento en la canal, la viabilidad y la calidad de la carne, las líneas Cobb 500 y Ross 308 son las más utilizadas a nivel mundial debido a su elevado desempeño productivo y adaptabilidad a diferentes sistemas de producción (16).

La línea genética Cobb 500 se caracteriza principalmente por su eficiencia alimenticia, rápido crecimiento y alto rendimiento a la canal, en condiciones adecuadas de manejo, nutrición y ambiente, esta línea puede alcanzar pesos de 2,5 a 3,0 kg entre los 42 a 49 días de edad, manteniendo una adecuada uniformidad de lote (17).

7.4.Etapas de crianza del pollo Broiler

Suele dividirse en tres etapas. La fase inicial, que comprende de 1 a 15 días, la fase de crecimiento, de 16 a 28 días y la fase de engorde o finalización, que va desde los 29 días hasta el sacrificio (18).

7.4.1. Fase inicial

Esta fase comprende desde el primer día de vida hasta aproximadamente los 15 días de edad, este es el periodo más crítico en la crianza de pollo bebé, ya que requiere un manejo riguroso de la temperatura, del suministro de agua y alimento, e incluso de un programa sanitario adecuado. Durante este período ocurre un rápido desarrollo del sistema óseo, digestivo e inmunitario, es por ello que un manejo adecuado durante esta etapa es esencial

para garantizar un buen crecimiento, una baja mortalidad y un buen rendimiento en las etapas posteriores (18).

Tabla 2 Aspectos que deben considerarse durante la Fase inicial de la crianza de los pollos de engorde

Condiciones	Descripción
Temperatura	Se deben mantener entre 32-35 °C, esta se debe reducir gradualmente para evitar estrés.
Alimento	Se debe proporcionar alimentación a voluntad con un alto contenido de nutrientes para favorecer el desarrollo corporal.
Suministro de agua	Disponible en todo momento, para favorecer la digestión, el metabolismo, la termorregulación.
Ventilación	Una correcta ventilación es indispensable para reducir la humedad, dióxido de carbono y amoniaco.

Fuente: (19).

7.4.2. Fase de crecimiento

Esta fase comprende aproximadamente desde los 16 días hasta los 28 días de edad, durante este periodo lo pollos Broiler presentan un desarrollo corporal y muscular rápido, la temperatura se debe reducir gradualmente hasta los 21°C conforme aumenta la edad, a medida que crecen debe ampliarse el espacio disponible, además deben distribuirse correctamente comederos y bebederos En aves destinadas a producción de huevos o reproducción, se puede regular la luz y la alimentación para influir en su crianza (20).

7.4.3. Fase de engorde o finalización

Esta etapa comprende desde los 29 días hasta su faenamiento, durante este periodo el pollo alcanza la mayor tasa de crecimiento, es por ello que el manejo adecuado es fundamental para obtener una buena conversión alimenticia, un alta calidad de la canal y con ello una mejor rentabilidad. Durante esta etapa los pollos regulan adecuadamente su temperatura corporal, es por ello que ya ni necesitan de calefactores, únicamente de la temperatura ambiente, la cual debe oscilar entre los 21 y 24 °C, esto con el fin de evitar el estrés por calor, además se suministra alimento con mayor concentración de energía

metabolizable, la cual es ideal para el crecimiento muscular y el aumento del peso corporal (21).

7.5.Factores que influyen en el desempeño productivo de los pollos de engorde

El potencial productivo de los pollos de engorde depende de la interacción entre la genética, la nutrición, el manejo y las condiciones ambientales, los cuales son factores determinantes que permiten expresar al máximo su capacidad de crecimiento durante su ciclo productivo. La correcta interacción de estos factores permite disminuir la mortalidad y morbilidad, mejorando la rentabilidad de las explotaciones avícolas (22).

Tabla 3 Principales factores que influyen en el rendimiento productivo de los pollos de engorde

Factor	Descripción
Ambiental	Corresponde a temperatura, humedad, ventilación y calidad de aire, son los factores que influyen directamente en el crecimiento y conversión alimenticia durante todas las etapas productivas del pollo de engorde.
Nutricional	Una dieta balanceada con adecuada proteína, aminoácidos y energía, mejoran el crecimiento, la uniformidad y la eficiencia alimentaria.

Fuente: (22).

7.5.1. Temperatura y humedad relativa

Estos son los factores más importantes, influyen directamente en el desempeño productivo de los pollos de engorde, debido a que interfieren en la termorregulación, consumo de alimento, aprovechamiento de los nutrientes (regulan la zona termo-neutral), pues cuando las aves se encuentran dentro del rango térmico adecuado, destinan menos energía a regular su temperatura corporal y más energía al crecimiento, por lo que se puede evidenciar mejores pesos finales, mayor ganancia de peso diaria y una conversión alimenticia más eficiente. Sin embargo, cuando la temperatura ambiental aumenta por encima de los rangos de confort, el pollo activa mecanismos de disipación de calor (jadeo), esto lo realiza con el objetivo de reducir su temperatura interna, esto incrementa el gasto energético y reduce el consumo de alimento, afectando el crecimiento y por ende el rendimiento productivo del lote (23).

En un estudio realizado por Estrada M et al menciona que cuando los pollos de engorde están sometidos a temperaturas de 19 °C junto con 75% de humedad relativa obtienen mejores pesos corporales y una mejor conversión alimenticia, mientras que a 31°C se observó una disminución del consumo de alimento, menor ganancia diaria de peso y una mayor mortalidad. Esto indica que el aumento de la temperatura tiene un efecto negativo sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde, especialmente cuando el calor supera la capacidad de disipación de calor del ave. Por otro lado, la humedad relativa, también es considerado un factor importante que afecta el desempeño productivo de los pollos de engorde, ya que cuando es alta dificulta la pérdida de calor por evaporación y empeora las condiciones dentro del galpón, pues favorece a la acumulación de humedad en la cama y reducen la eficiencia del proceso de enfriamiento corporal. Es por eso que el control ambiental dentro del galpón es indispensable para garantizar una mejor ganancia de peso, una conversión alimenticia más eficiente y una menor mortalidad en los pollos de engorde (23,24).

Tabla 4 Influencia de la temperatura y humedad relativa sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde

Condición ambiental	Efecto fisiológico	Efecto productivo
Temperatura baja o moderada (19°C) y humedad relativa 75%	Mayor pérdida de calor sensible, mejor equilibrio térmico	Mayor peso corporal, mejor conversión alimenticia y mayor consumo de alimento.
Temperatura intermedia (25°C)	Mantiene un estado de confort aceptable	Empieza a reducir el consumo de alimentos, en condiciones desfavorables.
Temperatura alta (31°C) y una humedad relativa alta >75%	Aumenta la temperatura superficial, el jadeo y el estrés calórico	Disminuye el consumo de alimentos, baja la ganancia diaria y aumenta la mortalidad.

Fuente: (23).

7.5.2. Ventilación

Esta permite mantener un ambiente adecuado dentro del galpón mediante el control de la temperatura, la humedad relativa y la calidad de aire. Un sistema de ventilación eficiente favorece el intercambio de aire, suministra oxígeno suficiente para las aves y elimina el exceso de calor, vapor de agua, polvo, gases (amoníaco NH_3 y el CO_2). Los pollos a medida que cumplen diversas funciones metabólicas producen calor y humedad de forma continua, es por ello que, si la ventilación es insuficiente, el calor y la humedad se

acumulan al interior del galpón incrementando la sensación térmica y favoreciendo la aparición de estrés calórico, reduciendo el consumo de alimento y con ello la ganancia de peso, conversión alimenticia, afectando directamente el desempeño productivo de los pollos de engorde.

Además, el estrés térmico aumenta la susceptibilidad a enfermedades y puede elevar la mortalidad, especialmente durante épocas de altas temperaturas. Por otro lado, este factor también influye en la calidad del aire, pues una ventilación deficiente favorece la acumulación de gases generados por la descomposición de la cama y por la respiración de las aves. Entre ellos, el amoniaco representa uno de los principales riesgos, ya que concentraciones elevadas de dióxido de carbono irritan las vías respiratorias, predisponen a infecciones de las vías respiratorias reduciendo el crecimiento de los pollos de engorde. Además, concentraciones elevadas de dióxido de carbono indican una renovación insuficiente de aire, lo que compromete la oxigenación de las aves y disminuye su rendimiento productivo (25,26).

En la avicultura se emplean diferentes sistemas de ventilación, entre ellos la ventilación natural y la ventilación mecánica. La ventilación natural es la que depende de la circulación del aire exterior mediante cortinas o aberturas laterales, por lo que su eficiencia está condicionada por las condiciones climáticas. En cambio, la ventilación mecánica utiliza ventiladores y extractores que permiten controlar con mayor precisión la temperatura, humedad y la velocidad del aire, siendo el sistema más utilizado en explotaciones intensivas para ofrecer un ambiente más estable durante todo el ciclo productivo (27).

Tabla 5 Influencia de la ventilación sobre el desempeño productivo de los pollos de engorde

Factor relacionado con la ventilación	Efecto sobre el ambiente del galpón
Renovación adecuada del aire	Mantiene niveles adecuados de oxígeno y elimina el CO_2, NH3 y humedad.
Eliminación del exceso de calor	Disminuye el estrés térmico y mejora el confort ambiental
Control de la humedad	Mantiene la cama seca y reduce la proliferación de microorganismos.
Reducción del amoníaco	Mejora la calidad del aire y protege el sistema respiratorio.
Ventilación insuficiente	Acumula el calor, humedad y gases nocivos dentro del galpón.

Fuente: (27).

7.5.3. Nutrición

Es uno de los factores que más determina el rendimiento productivo de los pollos de engorde, porque de esta depende su crecimiento, la conversión alimenticia, la uniformidad del lote, la salud intestinal y la calidad final de la canal. Una alimentación balanceada debe aportar energía, proteína, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales en proporciones adecuadas para cada etapa productiva, es por ello que cuando una dieta está correctamente formulada, el ave aprovecha mejor los nutrientes, crece con mayor rapidez y destina menos energía a corregir desequilibrios metabólicos (28).

La energía y la proteína son los componentes más importantes de la ración alimenticia diaria de los pollos de engorde, ya que la energía sostiene las funciones metabólicas y la actividad diaria, mientras que la proteína y los aminoácidos como la lisina y metionina son indispensables para la formación de tejido muscular, es por ello que, si la dieta tiene déficit de energía o proteína, el crecimiento energético puede favorecer la acumulación de grasa y afectar la eficiencia productiva. Asimismo, los minerales y las vitaminas cumplen con funciones en la salud ósea, la inmunidad y el metabolismo general, por lo que el suministro adecuado de estas es esencial para mantener un buen desempeño zootécnico. Además, el balance nutricional, también influye la forma en la que el alimento es suministrado a las aves, los sistemas de distribución eficientes reducen el desperdicio, evitan la competencia entre animales y ayudan a que el lote consuma de manera más uniforme, la nutrición influye en el rendimiento productivo del pollo de engorde a través de cuatro vías principales, el aporte de nutrientes, mejor digestión y absorción, control de la salud intestinal y reducción de pérdidas por manejo inadecuado del alimento, es por ello que una dieta bien formulada y correctamente administrada se traduce en mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, menor incidencia de problemas sanitarios y mayor rentabilidad del sistema de producción (28,29).

7.5.4. Agua

Es el nutriente de mayor importancia en la producción de pollos de engorde, debido a que participa en la mayor parte de los procesos fisiológicos y metabólicos del organismo. Constituye una elevada proporción del peso corporal de las aves y es indispensable para la digestión, absorción, transporte de nutrientes, la eliminación de productos de desecho, el mantenimiento del equilibrio electrolítico y la regulación de la temperatura corporal, es por ello que el suministro continuo de agua limpia y de buena calidad es esencial para

alcanzar un adecuado rendimiento productivo de los pollos de engorde. El consumo de agua mantiene una estrecha relación con el consumo de alimentos. Cuando las aves disponen de agua en cantidad y calidad suficientes, incrementan la ingestión de alimento, mejoran la digestibilidad de los nutrientes y favorecen una mayor ganancia de peso, es por ello que cualquier restricción de agua provoca una disminución inmediata del consumo de alimento, reduce la velocidad de crecimiento, reduce la conversión alimenticia y afecta negativamente la uniformidad del lote. Otra función del agua es la termorregulación, debido a que las aves carecen de glándulas sudoríparas, eliminan el exceso de calor mediante la respiración y el jadeo, estos procesos incrementan la pérdida de agua corporal, en condiciones de altas temperaturas ambientales, el consumo de agua aumenta, esto como mecanismo para compensar estas pérdidas y mantener la temperatura corporal dentro de los rangos fisiológicos (30,31).

7.5.5. Densidad de alojamiento

La densidad de alojamiento es uno de los factores de manejo más influyentes en el rendimiento productivo de los pollos de engorde, cuando la densidad de alojamiento sobrepasa el límite aumenta la competencia por el alimento y el agua, se limita el espacio para el desplazamiento y se deterioran las condiciones ambientales del galpón debido al incremento de la humedad, temperatura y la concentración de gases como el amoníaco. Estas condiciones favorecen la aparición de estrés, reducen el consumo de alimento y afectan negativamente la ganancia de peso y la conversión alimenticia. En la sierra, la cual es una zona que se caracteriza por poseer un clima frío, la densidad de alojamiento de pollos de engorde recomendada para los pollos de engorde es de 10 a 12 aves por m^2 a diferencia de la costa en donde se tiene un clima cálido siendo la densidad de 8 a 10 aves por m^2 (32).

Tabla 6 Número recomendado de pollos de engorde según las dimensiones del galpón y tipo de clima

Dimensiones del galpón		**Área**	**Pollos a ingresar**	
Ancho(m)	**Largo (m)**	**M^2**	**Templado**	**Cálido**
3	6	18	180	144
4	10	40	400	320
5	20	100	1000	800
6	25	150	1500	1200
7	30	210	2100	1680
8	35	280	2800	2240

Fuente: (33).

7.6. Anatomía del aparato digestivo de los pollos de engorde

El sistema digestivo de los pollos de engorde a diferencia de otros animales, presenta adaptaciones anatómicas propias las cuales están relacionadas con su forma de alimentación debido a que el alimento ingresa sin una trituración previa. El sistema digestivo comienza en el pico y la cavidad bucofaríngea, esta continua por el esófago, el buche, el estómago glandular o proventrículo, la molleja, el intestino delgado, los ciegos, el intestino grueso y termina en la cloaca. Además, presenta otros órganos que participan en la digestión de los alimentos como el hígado y el páncreas, los cuales producen bilis y jugo pancreático, enzimas que interfieren en los procesos digestión y absorción de nutrientes (34).

El proceso digestivo inicia en el pico y la cavidad bucofaríngea, donde el alimento es humedecido y conducido hasta el esófago, se debe tomar en cuenta que las aves no poseen dientes, labios y carrillos, por lo que la lengua cumple con un papel importante en la deglución y el transporte del alimento. Después que el alimento pasa por el esófago llega al buche el cual actúa como reservorio temporal de alimento, su función principal es almacenar el alimento antes de su paso al estómago, posteriormente el alimento llega al proventrículo, donde ocurre la digestión química debido a la secreción del ácido clorhídrico y enzimas proteolíticas, luego pasa hacia la molleja, en donde se realiza la digestión mecánica al triturar y mezclar el alimento. El intestino delgado es el principal sitio de digestión y absorción de nutrientes, está formado por el duodeno, yeyuno íleon, aquí se produce la absorción de nutrientes, para luego pasar a los ciegos, donde ocurre reabsorción de agua y fermentación de residuos para terminar en la cloaca donde se eliminan los desechos digestivos mezclados con los urinarios (35,36).

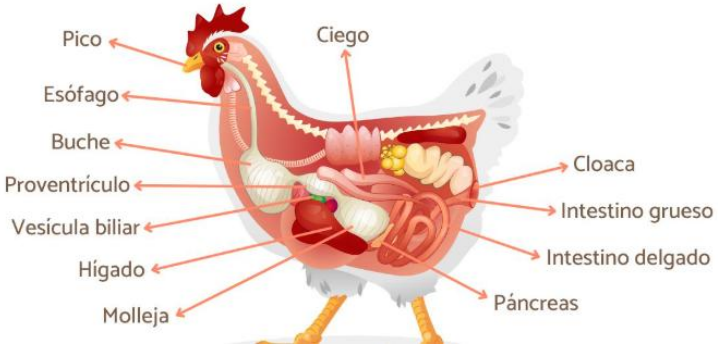


Figura 2 Sistema digestivo de los pollos de engorde

Fuente: (34).

7.7. Nutrición y fisiología digestiva del pollo de engorde

El sistema digestivo de las aves está conformado por una serie de órganos especializados, los cuales les permiten procesar los alimentos de manera rápida y eficiente. Sin embargo, en los pollitos recién nacidos, el sistema digestivo aún no está desarrollado completamente al momento de la eclosión. Durante la primera semana de vida ocurre una adaptación muy rápida para pasar de usar la yema residual como fuente de energía a depender del alimento externo, lo cual exige que el tracto intestinal mejore su capacidad para digerir, absorber y transportar nutrientes hacia todo el organismo, permitiendo un óptimo desarrollo (37).

El proceso digestivo empieza en el pico, el cual carece de dientes por lo que no se realiza el proceso de masticación, la lengua es delgada ayuda a dirigir el alimento hacia el esófago, las glándulas salivales no son tan desarrolladas por lo que producen una pequeña cantidad de saliva o moco el cual humedece el alimento y facilita su deglución, en algunas especies contiene amilasa, enzima que inicia la hidrólisis del almidón. El alimento pasa al esófago, su principal función es almacenar temporalmente el alimento, regular la velocidad con la que llega al estómago y humedecerlo, durante este proceso también puede iniciarse una etapa de fermentación microbiana. El estómago de las aves está dividido en dos compartimientos funcionalmente diferentes, el primero corresponde al proventrículo (estómago glandular) en donde se secreta ácido clorhídrico, pepsinógeno, moco y otras sustancias digestivas, el ácido clorhídrico reduce el pH digestivo favoreciendo así la activación del pepsinógeno en pepsina una enzima que es responsable de la digestión de las proteínas mediante la ruptura de los enlaces peptídicos. El ambiente ácido también contribuye a reducir la carga bacteriana que está presente en el alimento (38).

Luego el alimento llega a la molleja (ventrículo muscular) el cual es el principal órgano de la digestión mecánica, posee gruesas paredes musculares y en su interior se encuentran piedras o gastrolitos, los cuales permiten desintegrar el alimento convirtiéndolo en partículas más pequeñas mejorando la digestión mecánica, desde la molleja el quimo pasa al duodeno, donde ocurre gran parte de la digestión química. En esta región desembocan los conductos pancreáticos y biliares, el páncreas libera enzimas digestivas (amilasa, tripsina, quimotripsina) que continúan la hidrólisis de las proteínas hasta formar péptidos y aminoácidos. La absorción de nutrientes se produce en el yeyuno y el íleon en donde se encuentran las vellosidades y microvellosidades intestinales, las mismas en las que se

encuentran enzimas como la maltasa, sacarasa, aminopeptidasas y peptidasas, las cuales son responsables de completar la digestión final de carbohidratos y proteínas. Los monosacáridos, aminoácidos y vitaminas hidrosolubles y minerales atraviesan el epitelio intestinal mediante transporte activo, difusión facilitada o difusión simple, mientras que los lípidos ingresan en forma de micelas, son esterificados dentro de las células intestinales y posteriormente transportadas hacia la circulación (39).

En los ciegos ocurre la fermentación microbiana del alimento que no fue digerido en el intestino delgado, especialmente fibras y otros carbohidratos complejos. El colon es relativamente corto y su principal función consiste en absorber agua y electrolitos antes de su eliminación, por último, el material no digerido llega a la cloaca en donde se desembocan los sistemas digestivo, urinario y reproductor. En aves jóvenes también se localiza la bolsa de Fabricio, órgano linfoide en el cual se presenta la maduración de los linfocitos B y el desarrollo del sistema inmunitario (39).

7.8. Sistema inmune en pollos de engorde

El sistema inmunológico de las aves al igual que el de los mamíferos está dividido en la inmunidad humoral e inmunidad celular, esta última depende de anticuerpos, citocinas y proteínas plasmáticas, mientras que la inmunidad celular está mediada por los linfocitos T, macrófagos y células natural killer (NK), ambos mecanismos trabajan de manera coordinada mediante la activación de células presentadoras de antígenos, las cuales inducen la diferenciación de linfocitos T colaboradores en subpoblaciones de Th1 y Th2, las cuales son responsables de activar las respuestas celulares o humorales. Los órganos linfoides se clasifican en primarios y secundarios, entre los órganos primarios se encuentran el timo y la bolsa de Fabricio, en donde se desarrollan y maduran los linfocitos T y B. Por otro lado, entre los órganos linfoides secundarios se encuentran en bazo, diversos tejidos linfoides asociados a mucosas, piel y la glándula pineal (40).

7.9. Relación entre el intestino, la microbiota y el aprovechamiento de alimento

La microbiota intestinal de los pollos de engorde está formada por una diversidad de microorganismo que habitan a lo largo de tracto gastrointestinal, principalmente en el intestino delgado y en los ciegos, esta se establece después del nacimiento del pollo y cambia a medida de su desarrollo. Su composición depende de factores como la dieta, la edad, el ambiente de cría e incluso del tipo de manejo. Esta ayuda a descomponer el

alimento, produciendo ácidos grasos de cadena corta como el acetato, propionato y butirato, los cuales sirven como fuente de energía y favorecen la salud intestinal. También participa en el metabolismo del nitrógeno, mejorando el tamaño de las vellosidades y la actividad de las enzimas digestivas, además la microbiota presente influye en el sistema inmunitario, ayudando a proteger al ave frente a patógenos intestinales. La dieta tiene un efecto importante sobre esta microbiota, la alimentación puede favorecer el crecimiento de bacterias beneficiosas o de microorganismos perjudiciales, es por ello que, cuando las dietas son a base de ciertos cereales provocan un exceso de proteína animal o algunas grasas pueden favorecer el crecimiento de bacterias asociadas con problemas intestinales, por otro lado el uso de enzimas, prebióticos, probióticos y aceites esenciales puede mejorar el equilibrio microbiano, reducir patógenos como *Salmonella y Clostridium perfringens*, mejorando así el desempeño productivo de los pollos de engorde (41,42).

En pollos de engorde y gallinas de postura, esta microbiota participa en la digestión de nutrientes, la producción de ácidos grasos de cadena corta, la síntesis de vitaminas, la protección contra patógenos y la maduración del sistema inmunitario, además influye en el eje microbiota-intestino-cerebro, afectando también el comportamiento, el estrés y el apetito. Su composición bacteriana cambia según el tracto digestivo, en este caso en el buche predominan bacterias *Lactobacillus* y *Enterobacteriaceae*, en el proventrículo y ventrículo aparecen *Clostridiaceae* y *Enterococcus*, en el intestino y ciegos se encuentran bacterias como *Escherichia, Estreptococos, Bacteroides, Clostridium y Ruminococcus*, entre otras. La microbiota benéfica ayuda a mejorar la conversión alimenticia y la eficiencia productiva, mientras que un desequilibrio microbiano puede provocar disbiosis, enteritis, inflamación intestinal y menor rendimiento (43).

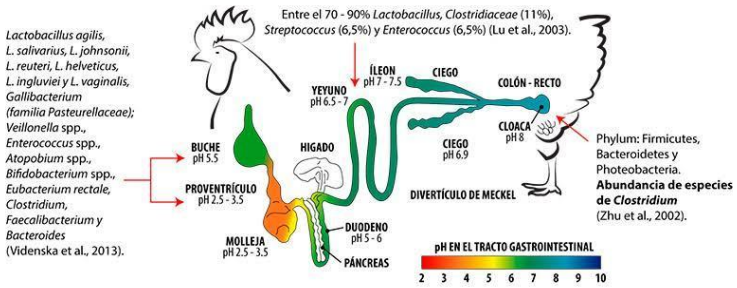


Figura 3 Distribución de la microbiota y variación del pH a lo largo del tracto gastrointestinal de las aves

Fuente: (43).

7.10. Parámetros productivos en pollos de engorde

Los sistemas de producción avícola dependen de diferentes factores que determinan el desempeño productivo de los pollos de engorde, estos factores permiten estimar el crecimiento, la eficiencia alimentaria y el desempeño general de los pollos de engorde durante su ciclo de producción. Estos parámetros permiten determinar la rentabilidad del sistema de producción e incluso la eficacia de las prácticas de manejo, nutrición y sanidad. Entre los principales parámetros productivos se encuentra el peso vivo, el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y los índices de mortalidad y morbilidad (44).

7.10.1. Peso vivo

Es un indicador zootécnico, que corresponde al peso corporal del pollo en un momento determinado de su ciclo productivo, este indicador permite verificar el crecimiento del pollo y con ello determinar si las aves alcanzan los estándares establecidos para su línea genética y edad. Se puede determinar mediante pesajes semanales de una muestra representativa de una parvada, esta se debe realizar en las mismas condiciones para todos los pollos seleccionados (mismo día y sin alimento) (45).

7.10.2. Consumo de alimento

Este factor está relacionado directamente con la conversión alimenticia y representa la cantidad de alimento que fue ingerido por cada ave durante su ciclo productivo. Se calcula restando el alimento sobrante del alimento suministrado y permite estimar la aceptación de la dieta (46).

7.10.3. Ganancia de peso

Este factor permite expresar el incremento de peso corporal que experimenta el pollo de engorde en un periodo determinado de tiempo. Se obtiene mediante la diferencia entre el peso final y el peso inicial (45).

7.10.4. Conversión alimenticia

Este indicador permite estimar la eficiencia de cómo el pollo transforma el alimento proporcionado (consumido) en peso corporal, en otras palabras, indica cuánto alimento necesita el ave para producir un kg de carne, su cálculo se realiza así (47):

Conversión alimenticia (CA)= *Alimento consumido (Kg)/ Ganancia de peso (Kg)*

7.10.5. Mortalidad y morbilidad

La mortalidad representa al porcentaje de aves que mueren durante el ciclo de producción, por otro lado, la morbilidad representa el porcentaje de aves que presentaron enfermedades, estos indicadores permiten evaluar el estado sanitario y la eficacia de las medidas de bioseguridad implementadas en el sistema de producción avícola (48).

7.11. Requerimientos nutricionales del Broiler

Estos suelen variar dependiendo la etapa de desarrollo en la que se encuentren los pollos de engorde, esto depende de ciertos factores tales como la edad, el peso esperado al mercado, el clima, el costo de los ingredientes y la relación energía/ proteína. La dieta debe aportar un equilibrio adecuado de proteínas, energía, vitaminas, minerales y agua, se debe ajustar a cada etapa de desarrollo del pollo de engorde (49).

7.11.1. Proteínas y carbohidratos

Durante las primeras semanas, los pollos requieren un mayor contenido de proteína para favorecer el desarrollo muscular y la formación de tejidos, mientras que en la etapa final este requerimiento disminuye, se recomienda un 22-24% de proteína durante las primeras 4 semanas de vida y el 19% en la etapa de finalización, se recomienda incluir proteínas de origen animal (harina de pescado) debido a su elevado valor biológico. La energía, que proviene principalmente de los carbohidratos y las grasas es esencial para el mantenimiento, el crecimiento y para el desempeño de las funciones metabólicas, la relación entre la proteína y energía es indispensable para lograr un buen desempeño productivo, ya que la proteína proporciona los aminoácidos necesarios para formar músculos, órganos, plumas y otros tejidos, mientras que la energía proveniente de los carbohidratos y grasas permite que estos aminoácidos sean utilizados para el crecimiento (50).

Tabla 7 Funciones y principales fuentes de proteínas y carbohidratos en la alimentación de los pollos de engorde.

Nutriente	Función principal	Principales fuentes
Proteínas	Aportan aminoácidos que participan en la formación de tejidos, desarrollo muscular.	Harina de soya, harina de pescado, harina de carne, harina de sangre, entre otras.
Carbohidratos	Proporcionan la energía necesaria para que las proteínas se utilicen en la formación de músculo.	Maíz, sorgo, arroz, trigo y otros cereales o sus subproductos disponibles en el mercado.

Fuente: (50).

7.11.2. Las vitaminas

Las vitaminas participan en diversos procesos metabólicos, los cuales están relacionados con el crecimiento, la inmunidad, la reproducción y el metabolismo energético. Sin liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (Complejo B y colina). Las vitaminas liposolubles favorecen la visión, fortalecen el sistema inmunológico, actúan como antioxidantes, permiten la correcta coagulación sanguínea y facilitan la absorción y utilización del calcio para la formación de los huesos.

Por otro lado, las vitaminas hidrosolubles, del complejo B intervienen en el metabolismo energético, el desarrollo del sistema nervioso, la formulación de células sanguíneas y el crecimiento normal de las aves. Su deficiencia ocasiona retraso en el desarrollo y alteraciones nerviosas (51).

Tabla 8 Principales vitaminas y funciones utilizadas en la dieta de los pollos de engorde

Vitaminas	Funciones
Vitamina A	Favorece el crecimiento y la salud ocular
Vitamina D3	Mejora la utilización del calcio y fósforo, siendo esencial para la formación de huesos
Vitamina E	Actúa como antioxidante y previene trastornos nerviosos.

Fuente: (51).

7.11.3. Los minerales

Este componente se encuentra en la dieta de los pollos de engorde y representa 0,1% del alimento, sin embargo, son vitales para diferentes funciones metabólicas del organismo. Entre estos los macrominerales como el calcio y fósforo son indispensables para el desarrollo óseo, mientras que el sodio, potasio y magnesio participan en el equilibrio hídrico, la función nerviosa y la actividad muscular. Los microminerales, como el zinc, manganeso, selenio, hierro y cobre contribuyen al desarrollo de las plumas, la cicatrización, la formación de sangre, la actividad antioxidante y la respuesta inmunitaria (52).

Tabla 9 Los minerales y sus principales funciones metabólicas

Minerales	**Funciones**
Calcio y fósforo	Desarrollo del sistema óseo
Magnesio	Metabolismo de los carbohidratos
Manganeso	Crecimiento y formación ósea
Hierro y cobre	Formación de los glóbulos rojos
Sodio, potasio, cloro, yodo y zinc	Equilibrio electrolítico y metabólico

Fuente: (52).

7.12. Uso de aditivos en la alimentación de los pollos de engorde

Estas son sustancias que pueden ser incorporadas en el alimento o el agua para mejorar la digestión, conversión alimenticia, ganancia de peso y protección frente a diversas enfermedades, su uso busca maximizar el rendimiento productivo de los pollos de engorde y con ello reducir el uso de antimicrobianos, generando RAM que puede afectar al ser humano durante la cadena alimentaria (53).

7.12.1. Enzimas exógenas

Son aditivos incorporados en el alimento de los pollos de engorde para complementar las enzimas digestivas naturales. Estas mejoran la digestibilidad de los nutrientes, incrementan el aprovechamiento de los ingredientes de la dieta y con ello mejoran los parámetros productivos. En la actualidad su uso ha tomado relevancia, debido al elevado costo de elevado de la materia prima para elaborar el alimento balanceado, además, como los pollos no producen en cantidad suficiente las enzimas necesarias para degradar polisacáridos no amiláceos (PNA), la suplementación con enzimas exógenas se ha vuelto

una estrategia útil para mejorar la digestibilidad de los nutrientes. Estas actúan como catalizadores, los cuales aceleran reacciones específicas dentro del tracto digestivo, rompen B-glucanos, degradan arabinoxilanos, hidrolizan proteínas, triglicéridos y ácidos grasos (54).

Entre las más utilizadas en los pollos de engorde se encuentran las fitasas, carbohidrasas y proteasas, las fitasas son importantes ya que liberan fósforo el cual se encuentra unido al fitato, al mejorar el aprovechamiento del fósforo, las fitasas reducen la necesidad de suplementar fósforo inorgánico y también disminuye su excreción en el ambiente. Por otro lado, las carbohidrasas (xilanasas, B- glucanasas, B-manasas. Pectinasas y a-galactosidas) son las encargadas de degradar los polisacáridos no amiláceos presentes en los granos y subproductos vegetales. Estas enzimas actúan principalmente reduciendo la viscosidad intestinal, liberando los nutrientes atrapados en la pared celular vegetal y con ello mejorando la utilización de la energía del alimento. Por otro lado, las proteasas son utilizadas para mejorar la hidrólisis de las proteínas, esto es importante, ya que las proteínas no digeridas pueden llegar al ciego, donde se fermentan y aumentan la excreción de nitrógeno, la suplementación con estas enzimas permite un mejor aprovechamiento del nitrógeno dietético sin afectar el crecimiento ni el desempeño productivo del ave (55,56).

Tabla 10 Principales enzimas utilizadas en pollos de engorde y sus funciones

Enzima	Sustrato sobre el que actúa	Función principal	Beneficios en pollos de engorde
B-glucanasa	B. glucanos presentes en la cebada y avena	Rompe los B-glucanos y reduce la viscosidad intestinal	Mayor digestibilidad, mejor CA, mayor GDP.
Xilanasa	Arabinoxilanos del trigo, centeno	Degrada arabinoxilanos de la pared celular vegetal	Incrementa la utilización de energía y nutrientes.
Proteasa	Proteínas	Hidrolizan proteínas en péptidos y aminoácidos	Mejor digestibilidad proteica y mayor aprovechamiento de aminoácidos
Fitasa	Ácido fítico	Libera fósforo unido al fitato	Mayor disponibilidad de fósforo, por ende, mejor desarrollo óseo
Amilasa	Almidón	Degradan almidón en azúcares simples	Favorecen el aprovechamiento energético

Fuente: (54).

7.12.2. Ácidos orgánicos

Estos son empleados como alternativas naturales que ayudan a mejorar la digestión, limitan el crecimiento de microorganismos patógenos y favorecen un mejor aprovechamiento de los nutrientes, lo que se traduce en mejores resultados en pollos de engorde e incluso en gallinas ponedoras. Estos son sustancias de naturaleza ácida que pueden atravesar con facilidad las membranas de ciertos microorganismos, estos una vez dentro de la célula bacteriana, liberan protones y alteran el equilibrio interno de microorganismo, provocando una disminución del pH intracelular inhibiendo a la bacteria. Es por ello que tiene efectos frente a patógenos como *E, coli, Salmonella* y *Campylobacter y* también favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas, como las lácticas. Además de sus acciones antimicrobianas, estos compuestos contribuyen a acidificar el tracto gastrointestinal especialmente en las porciones más altas como el buche, proventrículo y molleja, lo cual mejora la actividad de enzimas digestivas y favorece una mayor eficiencia en la digestión. Otra ventaja de estos, es que pueden participar directa o indirectamente en diferentes rutas del ciclo de Krebs, por lo que no solo actúan como acidificantes, si no que pueden aportar energía útil para que el organismo cumpla diferentes funciones metabólicas (57,58).

Estos aditivos pueden utilizarse de tres maneras, como parte del alimento, como tratamiento de la cama o a través del agua de bebida. Cuando se usan en el alimento, actúan reduciendo el crecimiento de microorganismos contaminantes y mejorando la digestibilidad de los nutrientes. En la cama ayudan a reducir la descomposición del ácido úrico y la liberación de amoníaco, lo cual mejora el ambiente dentro del galpón, por otro lado, en el agua contribuyen a acidificar el medio digestivo y reducen el riesgo de proliferación de bacterias patógenas (58).

Los ácidos orgánicos más utilizados se encuentran el ácido fórmico, acético, propiónico, láctico, cítrico, fumárico, benzoico y sórbico. Cada uno de estos tiene características particulares de solubilidad, fuerza ácida, capacidad antimicrobiana y comportamiento en diferentes sitios del tracto gastrointestinal. Uno de los aspectos más valiosos de los ácidos orgánicos es su capacidad antimicrobiana, ya que disminuyen el pH intestinal y generan condiciones desfavorables para las bacterias patógenas, mientras favorecen la proliferación de lactobacilos y bifidobacterias (59).

Tabla 11 Principales ácidos orgánicos utilizados en pollos de engorde y sus beneficios.

Ácido orgánico	Beneficios principales
Ácido cítrico	Mejora la ganancia de peso, favorece la absorción de minerales.
Ácido fórmico	Reduce poblaciones de *Salmonella y E. coli,* favorece el crecimiento de *Lactobacillus.*
Ácido acético	Disminuye el pH intestinal, mejora la digestión.
Ácido propiónico	Acción antimicrobiana contra bacterias patógenas y mejora el equilibrio de la microbiota intestinal.
Ácido butírico	Favorece el desarrollo de las vellosidades intestinales, mejora la absorción de nutrientes y el crecimiento.

Fuente: (57).

7.12.3. Fitobioticos

Son utilizados como promotores de crecimiento en la producción avícola, ya que estos contribuyen a mejorar la funcionalidad intestinal, la eficiencia reproductiva, pero su uso debe ser cuidadoso porque existe el riesgo de efectos tóxicos si se incorporan de forma inapropiada o en dosis excesivas. Estos pueden provenir de extractos vegetales, partes de plantas o sustancias bioactivas aisladas (aceites esenciales, flavonoides, alcaloides, glicósidos o ácidos fenólicos). Su acción incluye la estimulación del apetito, la mejora de la secreción de enzimas digestivas y bilis, el fortalecimiento de la microbiota intestinal beneficiosa, la reducción de microorganismos patógenos e incluso el apoyo a sistemas como el inmune y endocrino. Sin embargo, la respuesta no siempre es uniforme, porque depende de la especie animal, la categoría productiva, el ambiente, la composición química del vegetal suministrado y la forma de procesamiento o conservación (60).

Algunos Fitobioticos empleados tales como la canela, el ajo, la equinácea, la moringa y la menta, debido a sus compuestos activos están asociados con mejoras en el apetito, la digestión, la eficiencia alimentaria y la respuesta antioxidante, además actúan sobre procesos fisiológicos y metabólicos, debido a que estimulan las enzimas digestivas como la amilasa, lipasa, lactasa, tripsina y lipasa pancreática lo que favorece la degradación y aprovechamiento de nutrientes. Además, algunos extractos pueden modular el perfil lipídico de la sangre, elevar el colesterol HDL y reducir el colesterol total y triglicéridos, estos beneficios se encuentran en la canela, el ajo, la equinácea, la lavanda, la menta, la ortiga, el jengibre, el orégano, estos están relacionados con cambios en lípidos, enzimas hepáticas y marcadores metabólicos (61,62).

Otra de las propiedades relacionada con el uso de los Fitobioticos es que actúan sobre la microbiota intestinal, la acción antimicrobiana y la inmunidad, estas características se le atribuye especialmente al tomillo, orégano, ajo, canela y equinácea. Su mecanismo de acción está relacionado con el daño de las membranas de los patógenos, la pérdida de componentes celulares y la reducción de la virulencia microbiana. Además, estos compuestos pueden favorecer la eubiosis intestinal, aumentar la presencia de lactobacilos y disminuir bacterias indeseables como *E. coli* o *Clostridium perfringens.* En la parte inmunológica pueden aumentar la actividad fagocítica y reforzar la defensa contra microorganismos patógenos, especialmente a nivel intestinal (62).

7.12.4. Prebióticos

Son fibras vegetales no digeribles que actúan como un sustrato para el crecimiento de microorganismos beneficios del tracto gastrointestinal, estos ayudan a mejorar la salud intestinal fortalecer las defensas del hospedador e incluso reducir los agentes patógenos presentes en los alimentos. Su efecto se relaciona principalmente con la modificación de la microbiota intestinal y con la fermentación de estos compuestos, lo que puede generar ácidos grasos de cadena, reduciendo la proliferación de bacterias como *Salmonella* y *Campylobacter*. Su mecanismo de acción está relacionado con el crecimiento de bacterias benéficas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium,* estos al fermentarse producen ácidos grasos de cadena corta, los cuales ayudan a mantener un intestino más sano y menos favorable para bacterias patógenas, algunos prebióticos modifican la microbiota que se encuentra a lo largo del tracto gastrointestinal se vuelve más resistente a la colonización por agentes transmitidos por alimentos (63).

Tabla 12 Tipos de prebióticos naturales y sus beneficios en la microbiota intestinal de los pollos de engorde

Tipo/Fuente	**Beneficios**
Fructooligosacáridos (FOS)	Favorecen el crecimiento de bacterias benéficas y la fermentación intestinal, pueden ayudar a limitar el crecimiento de S*almonella* y mejorar la salud gastrointestinal
Galactooligosacáridos (GOS)	Modifican la microbiota cecal
Manano-oligosacáridos (MOS)	Intervienen con la adhesión de *Salmonella* al intestino y ayudan a reducir la colonización de diferentes agentes patógenos.

Fuente: (63).

7.12.5. Probióticos

Son empleados en los sistemas de producción avícola debido a su capacidad para regular el microbioma intestinal, mejorar la integridad de la barrera epitelial y fortalecer la respuesta inmunitaria del hospedador. Los probióticos influyen directamente sobre la absorción de nutrientes, la eficiencia alimentaria, la resistencia a enfermedades debido a su capacidad de actuar sobre la microbiota intestinal, en donde se encuentra alrededor del 70% de células inmunitarias. Los probióticos actúan mediante múltiples mecanismos complementarios, estos reducen el pH intestinal por la producción de ácidos orgánicos, generan compuestos antimicrobianos patógenos por sustratos y sitios de adhesión, y estimulan la inmunidad innata y adaptativa. Además, contribuyen al mantenimiento de la homeostasis intestinal al reforzar las uniones epiteliales, disminuir la permeabilidad de la mucosa, esto limita la proliferación de enteropatógenos y favorece una mayor eficiencia alimentaria (64).

En la microbiota del buche, intestino delgado y ciego, los probióticos favorecen el incremento de bacterias benéficas como *Lactobacillus, Bifidobacterium, Bacillus Faecalibacterium* y *Bacteroides,* mientras que reducen grupos asociados con enteropatogenicidad como *Proteobacteria*, *Enterobacteriaceae* y *Clostridium perfringens*, esto permite mejorar la producción de ácidos grasos de cadena corta, principalmente el butirato. Por otro lado, mejoran también la morfología intestinal, pues aumenta la altura de las vellosidades y reduce la profundidad de las criptas, incrementando la absorción de nutrientes y mejorando la conversión alimenticia (65).

Tabla 13 Tipos de probióticos empleados en pollos de engorde

Tipo de probiótico	Acción principal en pollos de engorde
Lactobacillus spp.	Favorecen la integridad de la barrera intestinal, aumenta la producción de ácidos grasos de cadena corta.
Bacillus spp.	Aportan estabilidad por la formación de esporas, mejoran la conversión alimenticia, reducen patógenos y promueven una microbiota intestinal saludable.
Streptococcus spp.	Contribuyen a mejorar la microbiota y a la producción de metabolitos beneficiosos.
Saccharomyces cerevisiae	Interviene en la fermentación de sustratos indigeribles y genera beta-glucanos y oligosacáridos con efecto funcional sobre la salud intestinal.

Fuente: (65).

7.13. Uso de los probióticos y su influencia en el tracto gastrointestinal

Entre los microorganismos probióticos más utilizados se encuentran *Lactobacillus bulgaricus, L. acidophilus, L. casei, L. lactis, L. plantarum, Streptococcus thermophilus, Enterococcus faecium, E. faecalis, Bifidobacterium spp., Saccharomyces cerevisiae.* Estos participan regulando la microbiota intestinal, mejorando la barrera epitelial, reduciendo el pH intestinal, además compiten con patógenos por sustratos y sitios de adhesión, y estimulan la inmunidad innata y adaptativa. Además, favorecen el incremento de bacterias benéficas como *Lactobacillus, Bifidobacterium, Bacillus y Bacteroides*, mientras reducen grupos asociados con enteropatogenicidad como *Clostridium perfringens*, produciendo ácidos grasos de cadena corta, sobre todo butirato, mejorando la morfología intestinal, aumentando las vellosidades intestinales y menor profundidad de las criptas de Lieberkühn, con ello mejorando la absorción de nutrientes y la conversión alimenticia. Su acción no se limita en equilibrio de la microbiota, pues también interviene en la regulación de la inmunidad innata y adaptativa, debido a que favorece la integridad de la barrera epitelial, reduciendo la adhesión y proliferación de microorganismos patógenos estimulando la producción de mediadores inmunológicos como citocinas e inmunoglobulinas (66).

Uno de los mecanismos mediante los cuales los probióticos ejercen su acción inmunomoduladora debido a que estimulan las células Natural Killer (NK), las cuales son responsables de la destrucción de células infectadas y de la liberación de citocinas que regulan la respuesta inmunitaria. Además, algunos metabolitos producidos por estos microorganismos interactúan con vías de señalización celular, como el factor nuclear Kappa B (NF- kB), reduciendo la producción de mediadores proinflamatorios y contribuyendo a preservar la integridad de la mucosa intestinal, reduciendo la inflamación intestinal y se mantiene una barrera intestinal funcional, indispensable para la salud de los pollos de engorde (66).

Los probióticos también estimulan la respuesta inmunitaria adaptativa al incrementar la producción de inmunoglobulinas, principalmente IgA, IgM e IgG, las cuales participan en la neutralización de microorganismos patógenos. Además, favorecen la migración y activación de los linfocitos T mediante la estimulación de los receptores Toll, facilitando la presentación de antígenos y fortaleciendo la respuesta inmune celular. Otro de los aspectos de gran importancia es que la suministración de estos puede estimular el crecimiento de órganos linfoides primarios y secundarios, como el timo y la bolsa de

Fabricio, el timo participa en el desarrollo de los linfocitos T, mientras que la bolsa de Fabricio es el órgano en donde ocurre la maduración de los linfocitos B responsables de la producción de anticuerpos (67,68).

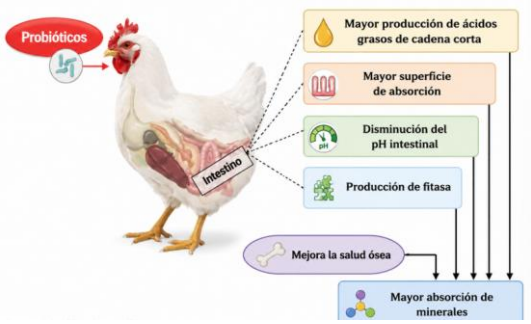


Figura 4 Efectos de los probióticos sobre la salud intestinal

Fuente: (68).

7.14. Uso de subproductos frutales en la alimentación de los pollos de engorde

La incorporación de subproductos frutales en la alimentación de los pollos de engorde ha formado una excelente alternativa para reducir los costos de producción debido a que estos representan alrededor del 70% de los costos totales. Los estudios realizados mencionan que la pulpa de fruta contiene polifenoles, vitaminas, minerales, aminoácidos esenciales, carbohidratos complejos y fibra dietética, además de fitoquímicos con actividad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria e inmunomoduladora. Es por ello que, su uso puede mejorar la salud intestinal, modular la microbiota, contribuir a la estabilidad oxidativa de la carne y con ello favorecer el rendimiento productivo de los pollos de engorde (69).

Estos productos deben manejarse con criterio técnico, ya que muchos subproductos frutales presentan limitaciones como alto contenido de fibra. Humedad elevada y presencia de factores antinutricionales (fitatos, oxalatos e inhibidores enzimáticos), es por ello que se debe evaluar bromatológicamente antes de incluirlos en la dieta de los pollos de engorde (70).

Tabla 14 Principales compuestos bioactivos presentes en los subproductos frutales y su importancia en la alimentación en pollos de engorde

Compuesto bioactivo	Mecanismo de acción	Importancia en los pollos de engorde
Polifenoles	Neutralizan especies reactivas de oxígeno (ROS) mediante la donación de electrones.	Reducen el estrés oxidativo y favorecen la integridad de los tejidos
Flavonoides	Regulan procesos inflamatorios y ejercen actividad antioxidante y antimicrobiana mediante la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos.	Favorecen el equilibrio de la microbiota intestinal.
Carotenoides	Actúan como antioxidantes liposolubles	Favorecen la respuesta inmune
Ácidos fenólicos	Poseen actividad antioxidante, antimicrobiana y antiinflamatoria	Mantiene la salud intestinal reduciendo el riesgo de alteraciones digestivas

Fuente: (69,70).

7.14.1. La piña

La piña (*Ananas comosus*), es una fruta tropical caracterizada por su alto valor nutricional, está compuesta aproximadamente por un 86% de agua y contiene hidratos de carbono, fibra dietética, vitamina C, manganeso y bromelina, una enzima proteolítica, además de diversos compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. Contiene una elevada concentración de compuestos nutricionales y fitoquímicos, la cáscara representa entre el 30 y 40% del peso total del fruto. La cáscara de piña contiene carbohidratos (sacarosa, fructosa y glucosa) los cuales constituyen una fuente de energía para los microorganismos durante el proceso de fermentación, favoreciendo el crecimiento de bacterias ácido lácticas, fermentando los azúcares y reduciendo así el pH intestinal y evitando la proliferación de bacterias como *Salmonella y E. coli,* estimulando así el sistema inmunológico. Además, presenta un elevado contenido de fibra dietética, la cual permite el desarrollo de microorganismos benéficos ejerciendo un efecto prebiótico, también posee compuestos fenólicos y otros antioxidantes naturales con actividad antimicrobiana y capacidad para disminuir el estrés oxidativo. La cáscara conserva vitaminas, entre estas la vitamina C y minerales (potasio, calcio, magnesio, fósforo), los cuales participan en múltiples procesos metabólicos contribuyendo al crecimiento y la actividad proteolítica de los microorganismos involucrados en la fermentación (71,72).

Tabla 15 Composición y relevancia de la cáscara de piña (*Ananas comosus*) para la elaboración de un fermento probiótico

Componentes	**Descripción**	**Importancia**
Carbohidratos (sacarosa, fructosa y glucosa)	Principales azúcares presentes en la piña	actúan como fuente de carbono y energía para las bacterias ácido- lácticas.
Fibra dietética	La cáscara presenta elevada concentración de fibra	Favorece el crecimiento y la actividad de microorganismos benéficos durante la fermentación
Compuestos fenólicos	Polifenoles	Contribuyen a la actividad antioxidante y antimicrobiana del fermento
Bromelina	Enzima proteolítica	Favorece la degradación de proteínas
Vitaminas	Vitamina C y vitaminas del complejo B	Participan en el metabolismo microbiano

Fuente: (72).

7.14.1.1. Composición física, química y bromatológica de la piña

Es un subproducto frutal que representa aproximadamente el 34 % del peso total del fruto, está conformada principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, además contiene fibra dietética, minerales, compuestos fenólicos, bromelina y pequeñas cantidades de azúcares. En cuanto a sus propiedades bromatológicas, indican que la piña contiene un alto contenido de fibra dietética, principalmente de fibra insoluble, debido a la presencia de celulosa y hemicelulosa (73).

Tabla 16 Composición física, química y bromatológica de la cáscara de piña (Ananas comosus)

Componente	**Descripción**
pH	Presenta un pH ácido de aproximadamente 4,24 – 6,60
Grados Brix	El contenido de sólidos solubles oscila entre 2 y 3 brix, indicando una baja concentración de azúcares solubles
Acidez titulable	0,27%
Proteína	3 y 6 % en base seca
Grasa	2% en base seca
Carbohidratos	Compuesta principalmente de celulosa y hemicelulosa

Fuente: (73).

7.14.1.2. Uso de la piña en la alimentación animal

Es uno de los subproductos agrícolas que posee cantidades significativas de fibra dietética, carbohidratos estructurales, minerales y compuestos bioactivos como la bromelina y compuestos fenólicos. La cáscara de piña puede suministrarse a los animales en diferentes formas dependiendo la especie y del sistema de producción. Entre las formas de utilización más comunes se encuentran el suministro en estado fresco, deshidratado o convertido en harina, así como mediante procesos de ensilaje. La elaboración de harina facilita su almacenamiento, conservación e incorporación en alimentos balanceados, mientras que el ensilaje permite conservar sus características nutritivas durante largos periodos y mejorar su aprovechamiento en rumiantes, en donde se emplea principalmente como fuente complementaria de energía y fibra (74).

Investigaciones realizadas evidencian que la incorporación de cáscara de piña mejora la digestibilidad de nutrientes cuando se utiliza en niveles de hasta un 30%. Además, debido a su aporte nutricional, debido a la presencia de bromelina, enzima proteolítica que favorece la digestión de las proteínas, mejorando así el aprovechamiento de los nutrientes y puede contribuir a mantener una adecuada salud gastrointestinal. La presencia de compuestos bioactivos en los subproductos de la piña contribuye al mantenimiento de la salud intestinal mediante la reducción del estrés oxidativo, el equilibrio de la microbiota gastrointestinal y el fortalecimiento de la respuesta inmunitaria. Asimismo, los azúcares solubles y otros nutrientes presentes en la cáscara favorecen el crecimiento de bacterias ácido lácticas durante los procesos de fermentación (75). La piña es una fuente natural de bromelina, esta es una enzima proteolítica que se encuentra principalmente en el tallo, cáscara y corazón, presenta una capacidad proteolítica y favoreciendo la digestión y absorción de los nutrientes, aumentando la digestibilidad de las proteínas. Se han realizado investigaciones en donde se involucra el uso de bromelina, la cual aumenta hasta un 5% el desempeño productivo de los pollos de engorde, principalmente en la ganancia de peso, esto se debe a que provoca una mayor asimilación del alimento proporcionado, facilitando la hidrólisis de las proteínas (76).

7.15. Cáscara de plátano

La cáscara de diferentes frutas entre estas la cáscara de plátano contienen diversos compuestos bioactivos que pueden mejorar el desempeño productivo de los pollos de engorde. Entre sus componentes activos se encuentran antibacterianos,

inmunomoduladores, antiinflamatorios y antioxidantes. Esta puede utilizarse como un aditivo para la alimentación de los pollos de engorde Entre sus principales componentes activos se encuentran los fenoles , la galocatequina, la epigalocatequina y el galato de epigalocatequina, los cuales participan en la regulación de la inflamación y en la protección frente al daño oxidativo, cada uno de estos compuestos pueden favorecer la activación de células inmunitarias y disminuir la acción de las citocinas proinflamatorias, promoviendo un mejor equilibrio inmunológico (77).

En los pollos de engorde, la suplementación con cáscara de plátano mejora el estado antioxidante debido que incrementa la actividad de enzimas como superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y la glutatión peroxidasa (GPx), además reduce los niveles de malondialdehído (MDA), el cual es un marcador del estrés oxidativo, estos efectos preservan la integridad de los tejidos, fortalecen el sistema inmunológico y favorecen el crecimiento y mejoran el rendimiento productivo de los pollos de engorde. Además posee una actividad antimicrobiana debido a sus compuestos fenólicos (flavonoides, ácidos hidroxicinámicos, catecolaminas), además de otros metabolitos bioactivos, inhiben el crecimiento de diversas bacterias Gram positivas y Gram negativas, favoreciendo el equilibrio de la microbiota intestinal y disminuyendo la proliferación de microorganismos patógenos que se encuentran distribuidos a lo largo del tracto digestivo, poseen actividad antimicrobiana especialmente frente a Enterobacterias y Staphylococcus aureus (78).

Tabla 17 Principales compuestos de la cáscara de plátano

Actividades funcionales	Compuestos activos	Niveles mg/100g
Antioxidante, antibacteriano e inmunomodulador	Fenoles	872,7
	Galocatequina	91,9
	Epigalocatequina	65,9
	Galato de epigalocatequina	10.3

Fuente: (77).

7.15.1. Composición física, química y bromatológica

Su valor nutricional varía dependiendo la etapa de maduración en la que se encuentre, debido que el contenido de lignina aumenta según la maduración, es una fuente rica en nutrientes aporta entre el 20% y 30% de fibra, proteínas y grasas, además los carbohidratos se convierten en almidones (estado verde) a azúcares simples (estado maduro), además contiene minerales esenciales como fósforo, hierro, calcio, magnesio y

sodio, lo que permite su aprovechamiento en diversas aplicaciones, ya que se pueden emplear para producir biocombustibles.

Además, se destaca por su contenido de bioactivos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, entre estos sus compuestos fenólicos y carotenoides los cuales neutralizan los radicales libres y reducen el estrés oxidativo para proteger a diferentes células. Este subproducto posee una capacidad antibacteriana de amplio espectro frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas, como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y diversas cepas fúngicas, las propiedades que posee este producto se ve influenciada principalmente por su estado de madurez. Estas propiedades antimicrobianas se le atribuyen debido a la presencia de taninos, los cuales alteran el peptidoglicano bacteriano inhibiendo la resistencia bacteriana, su eficacia depende de la polaridad del solvente y su estado de madurez (79,80).

Tabla 18 Componentes principales de la cáscara de plátano

Componente	**Contenido**
Proteína cruda	9%
Grasa cruda	5,93-0,13%
Carbohidratos	11,82-2,17%
Fibra cruda	20-30%
Almidón (cáscara verde)	40%
Azúcares libres	30%
Lignina	7-13%
Minerales	Potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro y sodio

Fuente: (80).

7.15.1.1. Uso de la cáscara de plátano en la alimentación de los pollos de engorde

Se emplea la cáscara de plátano debido a sus características nutricionales, sin embargo, su uso como ingrediente alimenticio durante largas etapas está limitado debido a su contenido de fibra y la presencia de diferentes compuestos antinutricionales como los tanios, oxalatos, saponinas, alcaloides y fitatos. Además, estudios han demostrado que la fermentación de la cáscara de plátano puede incrementar la proteína cruda de 3,90% a 6,80% provocando así una proliferación de microorganismos fermentativos y la síntesis de biomasa microbiana, las cuales están relacionadas con la producción de enzimas celulolíticas (celulasas y xilanasas), las cuales son capaces de degradar polisacáridos estructurales, favoreciendo a una mayor digestibilidad y disponibilidad de nutrientes (81).

Además, la fermentación puede reducir el contenido de taninos en un 97,38% pasando de 4,97% a 0,13% debido a la acción de la enzima tanasa, responsable de hidrolizar estos compuestos fenólicos, es por ello que la disminución de estos reduce la formación de complejos como proteínas y carbohidratos, evita la inhibición de enzimas digestivas como la amilasa, proteasa, lipasa y mejora el aprovechamiento de nutrientes, mejorando la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la salud intestinal. La fibra presente en la cáscara de plátano cuando se incorpora a niveles adecuados puede actuar como un sustrato fermentable para bacterias beneficiosas del ciego, favoreciendo la producción de ácidos grasos de cadena corta, especialmente propionato, butirato y acetato. Estos metabolitos son una de las principales fuentes de energía para los eritrocitos, estimulan el desarrollo de las vellosidades intestinales, fortalecen la barrera epitelial y mejoran la digestibilidad de los nutrientes, además, cuando se adiciona niveles cercanos al 10% de este subproducto en la dieta de pollos de engorde se mantiene o mejora la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la salud intestinal (82).

Tabla 19 Componentes funcionales de la cáscara de plátano

Componente	**Función biológica**
Fibra dietética	Favorece la fermentación cecal y la producción de ácidos grasos de cadena corta
Proteína	Fuente de aminoácidos empleada para la síntesis proteica
Flavonoides	Antioxidantes naturales
Tanasa	Hidroliza los tanios

Fuente: (81,82).

7.16. Evaluación bromatológica

El análisis bromatológico es una herramienta fundamental en la producción animal, ya que permite determinar con precisión la composición nutricional de los alimentos y materias primas, como granos y concentrados. Mediante técnicas analíticas, se evalúan parámetros clave como humedad, proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y energía, entre otros. Esta información es indispensable para calcular la ingesta real de nutrientes, formular dietas balanceadas según la especie, la etapa productiva y los objetivos de rendimiento (leche, carne o reproducción), y evitar tanto deficiencias como excesos nutricionales. Además, ayuda a identificar alimentos contaminados o adulterados, reduce costos innecesarios y mejora la rentabilidad de las empresas pecuarias

al optimizar el uso de los recursos alimenticios y maximizar la productividad de los animales (83).

Tabla 20 Parámetros bromatológicos evaluados

Parámetro	Importancia en la evaluación
Humedad / materia seca	Permite conocer la cantidad de agua presente y la proporción real de materia aprovechable del alimento.
Proteína bruta	Indica el aporte de nitrógeno y disponibilidad de compuestos esenciales para el crecimiento y mantenimiento.
Extracto etéreo	Contenido de grasa y densidad energética del alimento
Cenizas	Representa el contenido mineral del alimento

Fuente: (83).

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

H1: La inclusión de probióticos naturales elaborados a base de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) mejora el desempeño productivo de los pollos de engorde durante la fase de crecimiento y engorde.

H0: La inclusión de probióticos naturales elaborados a base de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) no mejora el desempeño productivo de los pollos de engorde durante la fase de crecimiento y engorde.

En base a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, la cual menciona que la inclusión de probióticos naturales elaborados a base de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) no mejora el desempeño productivo de los pollos de engorde durante la fase de crecimiento y engorde.

9. METODOLOGÍA

9.1.Ubicación del proyecto

El proyecto fue realizado en un galpón que estuvo ubicado en el barrio Cruzpamba, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, Ecuador, en las coordenadas geográficas 1°00'03.3"S 78°42' 27.3"W. El galpón contó con condiciones controladas de manejo, limpieza, ventilación, iluminación, temperatura y medidas de bioseguridad. Durante todo el periodo experimental se mantuvo uniformidad en el manejo de las aves en el suministro de

alimento, agua y manejo sanitario, con el fin de reducir la influencia de los factores externos y asegurar que cualquier efecto observado durante la investigación pudiera atribuirse al tratamiento experimental y no de variaciones en el manejo de las aves.



Figura 5 Ubicación del proyecto de investigación

Fuente: (84).

9.2.Diseño de la investigación

9.2.1. Tipo de estudio cuantitativa, experimental y descriptiva

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se midieron variables productivas expresadas en valores numéricos, tales como peso vivo, consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, morbilidad y mortalidad. Asimismo, fue de tipo experimental y descriptiva, ya que se aplicaron tratamientos diferenciados con la inclusión de fermentos probióticos naturales elaborados a partir de cáscaras de piña y cáscara de plátano.

9.2.2. Variables de estudio

La variable independiente fue la inclusión del fermento probiótico elaborado a base de cáscara de piña y cáscara de plátano.

Variable dependiente Desempeño productivo de los pollos de engorde

Variables de control: La edad inicial de las aves, las condiciones ambientales del galpón, el tipo de alimento base, el suministro de agua, la densidad poblacional, el plan sanitario y el manejo general.

9.2.3. Diseño experimental

El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA), en el cual las unidades experimentales fueron distribuidas aleatoriamente entre los tratamientos, con el propósito de reducir sesgos y aumentar la confiabilidad de los resultados. Esta distribución permite comparar el comportamiento productivo del grupo control frente a los grupos experimentales que estuvieron con diferentes volúmenes de fermento probiótico.

Tabla 21 *dosis de los tratamientos*

Tratamiento	**Código**	**Repetición**	**T.U.E**	**N.° aves**
Tratamiento testigo	T0	5	5	25
5 ml fermento probiótico cáscara de piña	T1	5	5	25
5 ml fermento probiótico cáscara de plátano	T2	5	5	25
2,5 ml cáscara de piña + 2,5 ml de cáscara de plátano	T3	5	5	25
Total		5	5	100

Abreviaciones: T.U.E, Tamaño de unidad experimental; N.° número

9.2.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron organizados y procesados mediante estadística descriptiva e inferencial. Para la comparación de los tratamiento se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), con el fin de determinar si existieron diferencias significativas entre los grupos experimentales, posteriormente cuando se determinaron diferencias estadísticamente significativas, se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia

Además, se utilizaron medidas descriptivas como media, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación para describir el comportamiento de las variables evaluadas.

El modelo estadístico aplicado fue:

$$Yij = \mu + \alpha i + \epsilon ij$$

Donde:

Yij: Valor estimado de la variable.

μ: Media general.

αi: Efecto del tratamiento

€ij: Efecto del error experimental.

9.3.Manejo de los pollos de engorde

9.3.1. Adecuación del galpón

El galpón fue previamente desinfectado, se utilizó una bomba de a presión para eliminar restos orgánicos, polvo y suciedad presentes en el piso, paredes, techo, vigas y cortinas, posteriormente los comederos y bebederos también fueron desinfectados antes de utilizarlos. Una vez concluida la limpieza y el secado se aplicó sobre el piso una cama con un espesor aproximado de 10 a 15 cm, utilizando tamo de arroz por su facilidad de manejo y disponibilidad, luego el galpón fue dividido internamente mediante tablas, con el fin de evitar el desplazamiento de aves entre tratamientos experimentales. Además, se instaló una cortina interna para disminuir cambios bruscos de temperatura durante la noche y reducir la incidencia de corrientes de aire. La cama, las divisiones y las paredes fueron desinfectadas con productos de amplio espectro.

9.3.2. Recepción de los pollos

Una vez definida la hora de llegada de las aves, se encendieron las criadoras con una hora de anticipación para mantener una temperatura adecuada, se preparó agua fresca en recipientes limpios y se adiciono complejo vitamínico con el propósito de reducir el estrés ocasionado durante el transporte.

El alimento balanceado y agua vitaminada fueron colocados después del ingreso de los polluelos, las aves fueron recibidas en cajas de cartón y distribuidas cuidadosamente en las divisiones experimentales, procurando homogeneidad entre tratamiento. Una vez ubicadas en sus respectivos corrales, se garantiza de inmediato la disponibilidad de agua y alimento. Además, se realizó el pesaje de una muestra representativa para determinar el número de aves recibidas, la fecha de llegada y otros datos necesarios para el control experimental.

9.3.3. Manejo durante las etapas productivas

Para facilitar el manejo de las aves, el estudio se dividió en tres etapas, etapa inicial, etapa de crecimiento y etapa de engorde, en cada una de estas se desarrollaban procedimientos específicos relacionados con temperatura, alimentación, ventilación, control sanitario y manejo.

A. Etapa inicial

Esta etapa empezó desde la llegada de los pollos hasta los 21 días de edad, fue considerada como la fase crítica ya que las aves recién nacidas aún no regulan su temperatura corporal, en esta etapa el alimento se distribuye de dos a tres veces al día asegurando disponibilidad continua de alimento. El control sanitario se realizó dependiendo el calendario establecido y las necesidades observadas, se realizaron desinfecciones tres veces por semana y controles de peso dos veces por semana, a medida que las aves crecieron los comederos fueron ajustados en altura para favorecer el consumo.

B. Etapa de crecimiento

El control de temperatura en esta etapa se redujo, se retiraron las criadoras debido a que los pollos de engorde presentaban mayor capacidad de adaptación al ambiente. El alimento se suministró en las primeras horas del día y el consumo se controló en dos momentos diarios, mientras que los comederos fueron ajustados para evitar desperdicios.

El agua permaneció disponible ad libitum, las medidas sanitarias incluyeron desinfecciones tres veces por semana y controles de peso dos veces por semana, cuando se observó humedad en la cama esta fue retirada manualmente para conservar un ambiente de crianza adecuado.

C. Etapa de engorde

Durante esta etapa las aves permanecieron a temperatura ambiente debido a su mayor capacidad de adaptación, el agua fresca se mantuvo disponible a voluntad. Además, se realizaron desinfecciones 3 veces por semana y controles de peso dos veces por semana.

9.3.4. Control de temperatura

La temperatura del galpón se reguló de acuerdo con la edad de las aves, esto con el propósito de proporcionar un ambiente adecuado para su desarrollo. Durante las primeras

semanas de vida se mantuvieron temperaturas más elevadas, reduciéndose de forma gradual conforme el crecimiento de los pollos.

Tabla 22 Manejo de temperatura durante el desarrollo productivo del pollo de engorde

DÍAS	TEMPERATURA	INTERVALO
1-6	31ºC	+/- 1ºC
7-21	28ºC	+/- 1ºC
22-35	25ºC	+/- 1ºC
35-56	Ambiente	

9.3.5. Suministro de alimento

La alimentación se realizó dependiendo la etapa productiva en la que se encontraban: fase inicial (1 a 21 días), fase de crecimiento (22 a 34 días) y fase de engorde o finalización (35 a 42 días).

Durante todo el periodo experimental se suministró una dieta elaborada con una mezcla de 50% de alimento balanceado comercial Avipaz y 50% de morochillo molido. Desde el día 23 se realizaron incrementos progresivos en la ración aumentando 10 g cada dos días por unidad experimental hasta llegar a 50 g adicionales, la cual se mantuvo hasta terminar el desarrollo experimental. El alimento fue pesado con balanza gramera para asegurar uniformidad en el suministro.

9.3.6. Suministro de agua

El agua de bebida fue filtrada previamente para reducir la presencia de metales pesados, minerales, cloro, bacterias y sedimentos. Después de la filtración, el agua permaneció en reposo durante 12 horas para permitir la evaporación del cloro residual. El consumo de agua se estimó en función de las necesidades fisiológicas del pollo, considerando que este requiere el doble de la cantidad de alimento consumido. Para la medición del volumen se utilizaron jarras. Los bebederos se elevaron conforme crecieron las aves para evitar derrames. Contaminación con heces o absorción por la cama.

9.3.7. Programa de vacunación

Esta se realiza con la finalidad de reducir la incidencia de enfermedades virales, el calendario de vacunación aplicado incluyó la inmunización contra Marek, Newcastle, Bronquitis infecciosa y Gumboro, respetando la edad de aplicación y la vía de administración correspondiente, se debe mencionar que los pollos bbs fueron vacunados contra Marek en la incubadora antes de su llegada.

9.4.Manejo experimental

9.4.1. Elaboración del fermento probiótico

9.4.1.1. Proceso de fermentación

El fermento probiótico se elaboró a partir de cáscara de plátano madura y cáscara de piña fresca, las cuales serán utilizadas como materia prima fermentable. Para la preparación de un litro de fermento se emplearon los ingredientes detallados en la tabla

Tabla 23 Ingredientes utilizados para la elaboración de un litro de fermento de probiótico natural

Ingrediente	Cantidad
Cáscara de plátano madura	1 cáscara
Cáscara de piña fresca	1 taza
Melaza o panela	3 cucharadas
Agua hervida y fría (sin cloro)	800 ml
Yogurt natural o suero de leche (fresco)	100 ml
Arroz cocido	1 cuchara

La preparación se realizó bajo condiciones higiénicas para evitar la contaminación del producto. Inicialmente, los recipientes y utensilios fueron lavados y desinfectados, posteriormente, las cáscaras de plátano y piña se pican finamente con el fin de favorecer una fermentación uniforme, estas cáscaras se colocaron en un recipiente limpio junto con el yogurt natural y el agua hervida, todos los ingredientes se mezclaron hasta obtener una mezcla homogénea.

El recipiente se cubrió con una tela limpia, permitiendo la liberación de los gases generados durante el proceso de fermentación, la mezcla permaneció en un lugar sombreado durante un periodo de dos a tres días, durante este tiempo, el recipiente se abrió una vez al día para mezclar suavemente el contenido y facilitar la liberación de los gases acumulados.

La calidad del fermento se verifico mediante la evaluación de sus características organolépticas, considerándose apto cuando presento un olor ácido- dulce agradable, formación de pequeñas burbujas y ausencia de crecimiento de mohos de color negro o verde. El fermento se filtró y se conservó en un lugar fresco o bajo refrigeración por un periodo máximo de tres días hasta su utilización. Este fermento se suministró vía oral en el agua de bebida, de forma diaria dependiendo el tratamiento experimental.

9.5. Caracterización física y bromatológica de la cáscara de piña y cáscara de plátano

La caracterización bromatológica de las bebidas fermentadas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano fue realizada por el Laboratorio Químico y Microbiológico ubicado en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Los análisis se efectuaron con el propósito de determinar las propiedades fisicoquímicas, el valor nutricional, la composición mineral, la inocuidad y la calidad microbiológica de los productos elaborados, empleando metodologías estandarizadas AOAC, APHA, NTE INEN, entre otras. Para la evaluación se determinaron las características organolépticas, además de la densidad, sedimentación, pH y sólidos solubles (Brix), parámetros que permiten valorar las propiedades físicas del producto fermentado.

Tabla 24 Técnicas empleadas en la evaluación física de las bebidas fermentadas

Biológico	Parámetro	Técnica
Bebidas fermentadas de Cáscara de plátano y cáscara de piña	pH	INEN 973 / colorimétrico
	Sólidos solubles	NMX-F-103-1982
	Densidad	Gravimetría
	Conductividad eléctrica	Conductimetría
	Sedimentación	Método interno del laboratorio

Para la evaluación bromatológica se determinó el contenido de humedad total, sólidos totales, proteína, grasa, fibra, cenizas, acidez titulable, azúcares reductores, ácido láctico,

ácido acético, ácido butírico e índice de peróxidos, esto para establecer la composición nutricional y las características químicas de las bebidas fermentadas.

Tabla 25 Características químicas de las bebidas fermentadas

Biológico	**Parámetro**	**Técnica**
Bebidas fermentadas de Cáscara de plátano y cáscara de piña	Humedad total (%)	Gravimétrico/AOAC 925.10
	Sólidos totales (%)	Gravimétrico/AOAC 925.10
	Proteína (%)	Kjeldahl /AOAC 2002.11
	Grasa	Goldfish/AOAC 929.39
	Fibra	Gravimétrico/AOAC 930.15
	Cenizas	Gravimétrico/AOAC 923.09
	Acidez	INEN 521/ Colorimétrico
	Azúcares reductores	AOAC 923.09
	Ácido láctico	APHA-AWWA-WEF método TT60
	Ácido acético	APHA-AWWA-WEF método TT60
	Ácido butírico	APHA-AWWA-WEF método TT60
	Índice de peróxidos	AOAC 965.33

Además, se efectuó la determinación de minerales mediante espectrofotometría, cuantificando potasio, calcio, magnesio, fósforo, sodio, hierro y zinc. Asimismo, se realizó el análisis de metales pesados para detección de plomo, cadmio, mercurio y arsénico. Por último, la evaluación microbiológica en donde se cuantificó la presencia de microorganismos benéficos (*Lactobacillus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae y* levaduras), así como la determinación de microorganismos indicadores de higiene, incluyendo aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras.

9.6. Variables productivas evaluadas

A. Ganancia de peso

El peso de las aves fue registrado de forma periódica durante el desarrollo del proyecto experimental. La ganancia de peso se obtuvo restando el peso inicial al peso final de cada etapa evaluada, correspondiente a la fase de inicio, crecimiento y engorde o finalización.

Ganancia de Peso (g) = Peso Final (Periodo) – Peso Inicial (Periodo)

B. Consumo de alimento

El consumo de alimento se controló semanalmente mediante el registro de la cantidad suministrada y del alimento sobrante. El consumo real se determinó por la diferencia entre alimento ofrecido y el sobrante no consumido por las aves.

Consumo de Alimento (CA) = alimento ofrecido (g) – sobrante del alimento (g)

C. Índice de conversión alimenticia

Esta se calculó relacionando el alimento consumido con la ganancia de peso obtenida durante el periodo de evaluación, este indicador permite determinar la eficiencia con la que las aves convirtieron el alimento en tejido corporal.

$$Conversión\ alimenticia = \frac{Alimento\ consumido}{Ganancia\ de\ peso}$$

D. Mortalidad

La mortalidad se expresó como el porcentaje de aves fallecidas durante el periodo experimental en relación con el número total de aves colocadas al inicio del estudio experimental.

$$Porcentaje\ de\ Mortalidad\ (\%) = \frac{N°\ de\ aves\ muertas}{N°\ aves\ totales} * 100$$

E. Peso a la canal

Una vez realizado el sacrificio, se procedió a separar las vísceras para determinar el peso a la canal. Este valor se obtuvo restando el peso de las vísceras al peso vivo final del ave.

Peso a la canal (g)= Peso vivo (g) – Peso vísceras (g)

F. Rendimiento a la canal

El rendimiento a la canal se calculó como la relación entre el peso de la canal y el peso vivo final del ave, expresado en porcentaje.

$$Rendimiento\ a\ la\ canal\ (\%) = \frac{Peso\ final}{Peso\ a\ la\ canal\ in\ vivo} * 100$$

G. Relación beneficio/costo

Se realizó mediante el indicador beneficio/costo, considerando los ingresos y egresos generados durante todo el proceso productivo. Este índice permite establecer si la

aplicación de tratamientos representó una alternativa rentable dentro de la producción avícola.

$$Relación\ beneficio - costo = \frac{Total\ de\ ingresos}{Total\ de\ egresos}$$

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Elaboración del fermento

Con el propósito de evaluar el efecto productivo de las distintas bebidas fermentadas empleadas sobre el comportamiento productivo de los pollos de engorde, se determinaron los principales indicadores productivos durante el período experimental. Los parámetros evaluados fueron el peso corporal (Peso inicial, pero final), la ganancia de peso, el consumo de alimento, el índice de conversión alimenticia, morfología de los órganos (principalmente del sistema inmunológico). Los resultados obtenidos se presentarán en tablas y posteriormente se analizarán y compartirán con literatura científica.

10.1.1. Composición físico químico de la cáscara de piña y cáscara de plátano

En la tabla 28 se presenta un análisis fisicoquímico de las bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano, en donde se evidencian diferencias en los parámetros evaluados. El fermento de cáscara de plátano presentó un pH de 3,77, el cual fue superior al de la cáscara de piña, lo que indica que fue menos ácida, ésta puede atribuirse principalmente a la composición química propia de cada materia prima y a la cantidad de ácidos orgánicos presentes en el producto final. Además, se presentó un contenido ligeramente mayor de sólidos solubles, lo que evidencia una mayor concentración de compuestos disueltos, principalmente azúcares y otros solutos. Por otro lado, la diferencia más relevante se observa en el contenido de azúcares reductores, donde la bebida de cáscara plátano alcanzó un 15,21% lo que demuestra que esta contiene una mayor cantidad de azúcares como la glucosa y la fructosa a comparación de la cáscara de piña.

Tabla 26 Análisis fisicoquímico comparativo de las bebidas fermentadas empleadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano

Parámetro	Biológico	
	Cáscara de piña	**Cáscara de plátano**
pH	3.51	3.77
Sólidos solubles (Brix)	3.28	3.49
Azúcares reductores (%)	12.83	15.21

Los valores de pH obtenidos en ambas bebidas fermentadas evidencian un ambiente ácido que, según Buitrón et al. (2022) (85), favorece el desarrollo de microorganismo benéficos, como las bacterias ácido lácticas, y contribuye al mismo tiempo a reducir la proliferación de bacterias patógenas en los medios fermentados con subproductos frutales.

Esta información coincide con lo mencionado por Fathima et al. (2022) (86) el cual menciona que un pH inferior a 4.0 inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos y favorece la proliferación de las bacterias benéficas que se encuentran en el tracto digestivo de las aves. Por otro lado, Qattan et al. (2021) (87) indica que los productos fermentados y los probióticos generan ácidos orgánicos capaces de disminuir el pH intestinal, favoreciendo el crecimiento de bacterias benéficas como *Lactobacillus* y reduciendo microorganismos patógenos mejorando el desempeño productivo de los pollos de engorde.

En este sentido, el pH alcanzado por ambas bebidas sugiere que podrían ejercer un efecto favorable sobre la microbiota intestinal, siendo la bebida elaborada con cáscara de piña la que presentó un pH más ácido, con una mayor capacidad para reducir el crecimiento de microorganismo indeseables en el tracto gastrointestinal y mejorando el desempeño productivo de los pollos de engorde.

10.1.2. Análisis bromatológico del fermento de cáscara de piña y cáscara de plátano

Los resultados de la tabla 29 evidencian que ambas bebidas fermentadas presentaron una elevada humedad total, superior al 92%, indicando que el agua constituye el componente principal de estas formulaciones. Esta es una característica propia de las bebidas fermentadas y favorece a la solubilización de los compuestos generados durante el

proceso de fermentación. Por otro lado, en los sólidos totales, la bebida elaborada con cáscara de plátano posee un contenido de 8.85%, superior al 7.19% de la cáscara de piña, esta diferencia indica que la formulación de plátano concentró una mayor cantidad de materia seca en comparación con la de piña.

En relación con el contenido de ácido acético, la bebida de cáscara de plátano presentó una concentración de 3.43 g/L, mientras que la bebida de cáscara de piña registro 3.11 g/L, por último, el contenido de cenizas, es el parámetro que mostró mayor diferencia entre ambas bebidas, lo que indica un mayor contenido de minerales en la bebida elaborada con cáscara de plátano en comparación con la bebida de cáscara de piña.

Tabla 27 Composición bromatológica de las bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano

Parámetro	Cáscara de piña	Cáscara de plátano
Humedad total (%)	92.81	92.15
Sólidos totales (%)	7.19	8.85
Ácido acético (g/L)	3.11	3.43
Cenizas (%)	0.55	1.23

Esta diferencia puede estar atribuida a que la cáscara de plátano contiene una mayor proporción de fibra, minerales y otros compuestos estructurales que permanecen después del proceso fermentativo, esto coincide con lo descrito por Saeed et al. (2025) (88), menciona que la cáscara de plátano posee un contenido mayor de cenizas y fibra respecto a otras fracciones del fruto, lo que incrementa el contenido de materia seca disponible tras la fermentación y favorece el aporte de nutrientes cuando es utilizada como ingrediente en la alimentación animal, sin embargo también señalan que esto no representa una mejora directa en la calidad nutritiva del producto, ya que la fermentación puede incrementar la humedad y la fibra cruda, y al mismo tiempo reducir los carbohidratos, la energía total y la actividad antioxidante, es por ello que su composición podría limitar los beneficios nutricionales en el rendimiento productivo de los pollos de engorde.

Por otro lado, en relación con el contenido de ácido acético, la bebida elaborada con cáscara de plátano presentó una concentración ligeramente superior, aunque la diferencia entre ambas formulaciones fue de 0,32 g/L, este es uno de los principales metabolitos responsables de la acidificación del medio y la actividad antimicrobiana de los productos

fermentados, con ello lo mencionado por Varga et al. (2025) (89) mencionan que los ácidos orgánicos, entre estos el ácido acético. Ejercen una acción bacteriostática y bactericida frente a microorganismos patógenos como *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*, mediante la reducción del pH y la alteración de la homeostasis celular bacteriana, con ello contribuye a disminuir la carga microbiana presente en el tracto gastrointestinal de las aves. Sin embargo, es importante considerar que la diferencia encontrada entre ambas formulaciones fue relativamente pequeña, por lo que el efecto de estos subproductos fermentados sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde dependerá de otros factores, como la concentración total de ácidos orgánicos, la presencia de microorganismos benéficos, la dosis suministrada e incluso el tiempo de administración.

10.1.3. Análisis microbiológico de los microorganismos benéficos presentes en los fermentos de cáscara de piña y cáscara de plátano

En la tabla 31 se evidencia un perfil microbiano diferenciado entre ambos fermentos, la cáscara de plátano presentó mayores recuentos de *Lactobacillus spp.* (2.67×10^6) y *Saccharomyces cerevisiae* (3.86×10^6), mientras que la cáscara de piña registró un mayor recuento de *Bacillus subtilis* (4.22×10^6). Además, el recuento de levaduras benéficas totales fue ligeramente mayor en el fermento de piña (1.83×10^6) que en el de plátano (1.51×10^6). Estos resultados indican que la cáscara de piña y la cáscara de plátano proporcionaron condiciones diferentes para el crecimiento de microorganismos benéficos durante el proceso de fermentación.

Tabla 28 Análisis de microorganismos benéficos presentes en los fermentos

Parámetro	Cáscara de piña	Cáscara de plátano
Lactobacillus spp UFC/ml	1.09×10^6	2.67×10^6
Bacillus subtilis UFC/ml	4.22×10^6	3.19×10^6
Saccharomyces cerevisiae UFC/ml	3.03×10^6	3.86×10^6
Levaduras benéficas totales UFC/ml	1.83×10^6	1.51×10^6

Los resultados obtenidos evidencian que ambos subproductos fermentados permitieron el desarrollo de microorganismos beneficiosos durante el proceso de fermentación, aunque cada uno favoreció a diferentes grupos microbianos. Esto coincide con lo mencionado por Ruiz et al. (2021) (90), quienes mencionan que los subproductos frutales son sustratos adecuados para la fermentación láctica debido a la disponibilidad de azúcares fermentables y otros nutrientes, favoreciendo el crecimiento de bacterias del género

Lactobacillus, además estos autores indican que la fermentación de residuos frutales promueve el desarrollo simultáneo de levaduras y bacterias beneficiosas, que contribuyen a la estabilidad microbiológica del fermento.

La bebida elaborada con cáscara de plátano presentó mayores recuentos de *Lactobacillus spp.* y *Saccharomyces cerevisiae*, lo que podría explicarse por la interacción metabólica que ocurre entre estos microorganismos durante la fermentación. De acuerdo con Toros et al. (2025) (91), las levaduras y *Bacillus subtilis* utilizan inicialmente los azúcares disponibles y degradan compuestos estructurales presentes en los subproductos frutales mediante la producción de enzimas hidrolíticas. Como resultado, se liberan carbohidratos de menor peso molecular, aminoácidos y otros compuestos que pueden ser aprovechados por las bacterias ácido lácticas para su crecimiento. Este mecanismo de cooperación microbiana podría explicar el mayor desarrollo de *Lactobacillus spp.* observando en la bebida elaborada con cáscara de plátano, ya que la actividad de las levaduras y de *Bacillus subtilis* habría favorecido una mayor disponibilidad de nutrientes durante la fermentación.

10.2. Evaluación del desempeño productivo del pollo de engorde bajo el efecto de distintas bebidas fermentadas utilizadas como potencial probiótico

10.2.1. Peso vivo

En la tabla 33 muestra el efecto de los tratamientos sobre el peso vivo de los pollos de engorde en diferentes edades, aunque el peso vivo aumentó progresivamente en todo los tratamientos a lo largo del período experimental, pasando de un peso inicial entre 50.00 y 53.80 g hasta alcanzar valores finales entre 2076.20 y 2132.00 a los 49 días de edad. A lo largo de las diferentes evaluaciones se registraron ligeras variaciones numéricas entre los tratamientos. A los 14 días, el tratamiento control (T0) presentó el mayor peso promedio (260.00 g), mientras que a los 28,35 y 42 días el tratamiento T3 alcanzó los mayores valores con pesos de 792.80 g, 1215.00 g 1678.60 g, respectivamente. Por último, a los 49 días el tratamiento control volvió a registrar el mayor peso promedio (2132.00 g), seguido por T3 (2101.80 g), T1 (2099.00 g) y T2 (2076.20 g). Sin embargo, el análisis no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$). Además, la presencia de la letra (a) en todas las medias confirma que los tratamientos presentaron un comportamiento estadísticamente similar respecto al peso vivo. Por otra parte, el coeficiente de variación osciló entre 5.72% y 14.14%, siendo menor en etapas finales del

estudio, lo que evidencia una adecuada uniformidad en el crecimiento de las aves y una baja variabilidad entre los individuos de cada tratamiento.

Tabla 29 Efecto de los tratamientos sobre el peso vivo de los pollos de engorde

Días	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico
	T0	**T1**	**T2**	**T3**	**CV**
Peso inicial	51.50 a	50.00 a	52.74 a	53.80 a	5.83
14 días	260.00 a	242.60 a	232.40 a	245.20 a	14.14
21 días	490.40 a	488.40 a	470.80 a	482.80 a	13.81
28 días	771.40 a	786.20 a	740.80 a	792.80 a	11.75
35 días	1146.40 a	1141.40 a	1149.60 a	1215.00	7.83
42 días	1622.20 a	1562.00 a	1643.80 a	1678.60 a	6.12
49 días	2132.00 a	2099.00 a	2076.20 a	2101.80 a	5.72

Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de varianza.
(a)Valor significativamente diferente de todas las medias.
(b)Significativamente diferente del grupo, sin ser significativamente diferente a los demás grupos.
(ab) Medias estadísticamente distinguibles entre sí.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la inclusión de los fermentos elaborados a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano no produjo diferencias significativas sobre el peso vivo de los pollos de engorde durante todo el período experimental ($p>0.05$). Estos resultados coinciden con lo señalado por Begdildayeva et al. (2024) (92), quienes indican que los probióticos suministrados en la dieta de pollos de engorde no siempre incrementa el peso corporal de las aves, ya que su eficacia depende de diversos factores, entre ellos la cepa microbiana que se encuentra, la calidad de la dieta, la dosis administrada, las condiciones ambientales y el estado sanitario del lote. En el presente estudio, aunque los fermentos presentaron poblaciones viables de microorganismos benéficos como *Lactobacillus spp.*, *Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae*, su inclusión no fue suficiente para generar un incremento significativo en el peso vivo respecto al tratamiento control (T0).

Este resultado coincide con lo mencionado por Dong et al. (2023) (93) quienes evaluaron un complejo probiótico compuesto por *Bacillus subtilis* en pollos de engorde, y observaron que el peso corporal se incrementó en los tratamientos suplementados, pero las diferencias no siempre alcanzaron significancia estadística entre los niveles de

inclusión. Los autores atribuyeron este comportamiento a que la respuesta de los probióticos depende de diversos factores como la dosis administrada, la composición del producto, las condiciones de manejo y ambiente de crianza, es por ello que en el estudio realizado esta explicación podría justificarse la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, ya que las aves fueron sometidas a las mismas condiciones de alimentación y manejo durante todo el período experimental, por lo que el efecto de los fermentos sobre el peso vivo no fue suficientemente marcado para generar diferencias estadísticas. Además, la ausencia de diferencias estadísticas, los coeficientes de variación registrados fueron bajos, especialmente en la fase final, lo que evidencia un crecimiento uniforme entre las aves, al respecto, Kong (2025) (94) señalan que la uniformidad del peso corporal está relacionada principalmente a las condiciones de alimentación y manejo, mientras que una mayor variabilidad suele presentarse cuando existen limitaciones nutricionales o ambientales que afectan el crecimiento de una parte de las aves, en este sentido, la uniformidad observada sugiere que los fermentos permitieron mantener un comportamiento productivo similar entre los tratamientos, aunque su efecto no fue suficiente para generar diferencias estadísticas en el peso vivo.

10.2.2. Consumo de alimento

En la tabla 34 se presentan las medidas del consumo de alimento (g) de los pollos de engorde evaluados en cinco periodos (14,21,28,35 y 42 días) bajo cuatro tratamientos distintos (T0, T1, T2 y T4). El análisis estadístico demostró que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos en ninguno de los periodos evaluados. A los 42 días de edad, el consumo promedio osciló entre (762.04 g a 780.10 g) en T1, registrando un valor de $p = 0.9440$, lo cual confirma que la inclusión de los tratamientos no afectó la palatabilidad ni el consumo voluntario de alimento.

Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) mostró una tendencia decreciente conforme avanzó el ciclo de crecimiento, reduciéndose de 14.18% en el día a 14 a 6.26% en el día 42, lo que demuestra la uniformidad en los datos al finalizar el periodo experimental.

Tabla 30 Medias del consumo de alimento (g) de los pollos de engorde

Días	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico
	T0	T1	T2	T3	CV
14 días	317.51 a	313.89 a	319.33 a	321.14 a	14.18
21 días	390.09 a	389.18 a	388.27 a	391.90 a	13.76
28 días	569.71 a	571.52 a	575.15 a	571.53 a	11.67
35 días	635.03 a	644.10 a	645.91 a	634.34 a	7.93
42 días	762.04 a	780.18 a	771.11 a	767.48 a	6.26

Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de varianza.
(a)Valor significativamente diferente de todas las medias.

El consumo de alimento es un indicador que determina la palatabilidad y aceptación de la dieta, cuando las cáscaras se procesan mediante fermentación o bio preparaciones acuosas se incluyen en niveles técnicamente moderados entre 2,5% y 10% en forma seca, o en biomasa líquida, el consumo de alimento voluntario no se ve afectado negativamente. Según Heryandi et al. (2020) (95) evaluaron la inclusión de cáscara de piña y mezclas de cáscara de fruta en pollos de engorde, observando que la inclusión hasta de un 5% de harina de cascara de piña o mezclas equilibradas no redujo el consumo diario de alimento ni de ganancia de peso manteniendo coeficientes de digestibilidad de materia seca de 83,55% y nutrientes digeribles totales (NDT) comparables al grupo control que solo consumía maíz. Estos resultados coinciden con los obtenidos, ya que la suplementación con bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano tampoco afectaron el consumo de alimento entre los tratamientos ($p>0,05$), esto evidencia que el proceso de fermentación permitió mantener la aceptabilidad del suplemento por parte de las aves, sin afectar la palatabilidad de la dieta ni el consumo normal de alimento, lo que evidencia que la incorporación de estos fermentos puede realizarse sin comprometer la ingestión voluntaria de alimento.

10.2.3. Consumo de agua

En la tabla 35 muestra el consumo de agua registrado en los diferentes tratamientos durante la duración del proyecto de investigación a los 14,21,28. 35 y 42 días de edad. Se observa que los valores aumentaron progresivamente conforme avanzó la fase de crianza, pasando de un rango de 627.77 a 642.28 mL/ ave a los 14 días, hasta alcanzar valores entre 1206.35 y 1291.82 mL/ ave a los 42 días. Aunque numéricamente se aprecian ligeras variaciones entre tratamientos, el análisis estadístico evidenció que no existieron diferencias significativas en ninguna de las edades evaluadas, ya que los valores de p

fueron superiores a 0,05 en todos los casos y todas las medias compartieron la misma letra (a), lo que confirma un comportamiento estadísticamente homogéneo entre los tratamientos.

Tabla 31 Medias del consumo de alimento (mL) de los pollos de engorde

Días	Media por tratamiento (mL/ave)				Análisis estadístico
	T0	T1	T2	T3	CV
14 días	635.03 a	627.77 a	638.66 a	642.28 a	17.47
21 días	780.18 a	783.81 a	776.55 a	783.81 a	25.34
28 días	1139.42 a	1143.05 a	1150.31 a	1143.05a	11.18
35 días	1270.06	1288.20 a	1291.83 a	1306.35a	11.16
42 días	1270.00a	1288.00 a	1291.82 a	1206.35a	11.00

Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de varianza.
(a)Valor significativamente diferente de todas las medias.
(b)Significativamente diferente del grupo, sin ser significativamente diferente a los demás grupos.
(ab) Medias estadísticamente distinguibles entre sí.

Los resultados evidenciaron que la suplementación con bebidas fermentadas no produjo diferencias estadísticamente significativas en el consumo de agua. Estos resultados concuerdan con los reportados por Hossain et al. (2025) (96) quienes evaluaron la suplementación de probióticos naturales en el agua de bebida y determinaron que su inclusión no modificó el consumo de alimento ni de agua, aunque sí mejoró otros parámetros productivos como la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Los autores señalan que la suplementación probiótica no altera el comportamiento normal de ingestión de las aves, ya que su principal mecanismo de acción está relacionado principalmente con la mejora del equilibrio de la microbiota intestinal y eficiencia digestiva, es por ello que el consumo de agua aumentó progresivamente conforme avanzó la edad de las aves, respondiendo al incremento de sus requerimientos fisiológicos.

De manera similar Toapanta (2025) (97), quien mencionó que durante las primeras semanas de vida la suplementación con fermento de plátano verde no presentó diferencias significativas, el autor atribuye este comportamiento a la elevada concentración del fermento, es el estudio realizado se utilizaron niveles de inclusión inferiores, lo que probablemente permitió mantener la palatabilidad de la bebida y obtener un consumo similar entre todos los tratamientos.

10.2.4. Ganancia de peso

En la tabla 36 se observan los valores promedio de ganancia de peso (g) de los pollos de engorde en periodos de 14, 21, 28,35 y 42 días de edad bajo la inclusión de bebidas fermentadas (T0, T1, T2 y T3), se puede observar que durante los días 14 y 21, la ganancia de peso no presentó diferencias estadísticamente significativas (p>0,05) entre los tratamientos. Sin embargo, al día 28, se registró una diferencia estadísticamente significativa (p= 0,0188), donde el tratamiento T3 (422.20 g) obtuvo una ganancia de peso superior al tratamiento T1 (355.30 g), mientras que el grupo T0 (375 g) y T2 (408.80 g) mantuvieron un comportamiento intermedio (ab). En las etapas posteriores no se presentaron diferencias significativas.

Tabla 32 Efecto de las bebidas fermentadas sobre la ganancia de peso de pollos de engorde

Días	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico
	T0	T1	T2	T3	CV
14 días	230.40 a	245.80 a	238.40 a	237.60 a	14.47
21 días	181.00 a	297.80 a	270.00 a	310.00	11.96
28 días	375.00 ab	355.30 b	408.80 ab	422.20 a	8.35
35 días	475.80 a	420.60 a	495.20 a	463.60 a	13.15
42 días	509.80 a	537.00 a	432.40 a	423.20 a	19.60

Abreviaciones: GP, ganancia de peso.
(a)Valor significativamente diferente de todas las medias.
(b)Significativamente diferente del grupo, sin ser significativamente diferente a los demás grupos (p<0,05).
(ab) Medias estadísticamente distinguibles entre sí (p<0,05)

La diferencia significativa observada al día 28 en el tratamiento T3 sugiere que la administración del fermento de cáscara de plátano y cáscara de piña puede favorecer temporalmente la digestibilidad y absorción de nutrientes en fases específicas del crecimiento. Esto coincide con lo descrito por Rivera et al. (98) quienes determinaron que la suplementación con *Bacillus subtilis* produjo diferencias significativas en el peso corporal, pero atribuyeron estos resultados al establecimiento de la microbiota intestinal y la actividad metabólica de los probióticos puede manifestarse con mayor intensidad durante fases específicas del crecimiento.

La ausencia de diferencias significativas en los demás periodos puede estar relacionada con múltiples factores tales como la dosis suministrada, el tiempo de suplementación, las condiciones sanitarias y nutricionales del sistema de producción, igual a lo mencionado por Bilal et al. (2026) (99), este comportamiento coincide con lo reportado por Zeng et al. (2023) (100) quienes observaron que la inclusión de alimento fermentado no mejoró significativamente el crecimiento, a pesar de que favoreció la actividad enzimática y aumentó la microbiota beneficiosa, estos mencionan que la ausencia de una respuesta productiva puede estar atribuida a una baja concentración de microorganismos benéficos, la presencia de azúcares residuales provenientes del proceso fermentativo los cuales pueden modificar el aprovechamiento de nutrientes por parte de los pollos de engorde.

10.2.5. Conversión alimenticia

Los valores promedio para la conversión alimenticia (CA) se resumen en la tabla 37. El análisis estadístico indicó que no existieron diferencias significativas ($p>0.05$) en la conversión alimenticia entre los tratamientos en ninguna de las edades evaluadas. Durante la fase inicial (día 14), la CA osciló entre 1,27 (T1) y 1.39 (T0) ($p=0.42$). Al final del ciclo de engorde (día 42), los promedios varían desde 1.50 (T1) y 1.52 (T0) hasta 1.87 (T2 y T3) ($p=0.20$).

El coeficiente de variación mostró un incremento con la edad de los pollos. Registrando 8,21% al día 14 y finalizando en 20.74% al día 42.

Tabla 33 Medias de la conversión alimenticia de los pollos de engorde empleando las bebidas fermentadas

Días	**Media por tratamiento**				**Análisis estadístico**
	T0	**T1**	**T2**	**T3**	**CV**
14 días	1.39 a	1,27 a	1.35 a	1.35 a	8.21
21 días	1.41 a	1.30 a	1.45 a	1.27 a	13.79
28 días	1.53 a	1.63 a	1.42 a	1.36 a	15.61
35 días	1.34 a	1.61 a	1.31 a	1.38 a	19.92
42 días	1.52 a	1.50 a	1.87 a	1.87 a	20.74

Abreviaciones: CA, conversión alimenticia.
(a)Valor significativamente diferente de todas las medias.

Los resultados evidenciaron que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos durante todo el período experimental, este comportamiento coincide con lo reportado por Medina et al. (2020) (101), quienes evaluaron la suplementación de pollos de engorde con biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* obtenida de la fermentación de residuos de banano, mencionaron que aunque observaron un mayor consumo de alimento en el tratamiento T4 (53337,5) respecto al tratamiento control el análisis estadístico indicó que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la conversión alimenticia, en este sentido los resultados obtenidos en la presente investigación, sugiere que aunque las bebidas fermentadas aportaron microorganismos benéficos, este aporte no fue suficiente para mejorar de forma significativa la eficiencia de utilización del alimento. Es probable que la dieta comercial suministrada durante el proyecto cubriera los requerimientos nutricionales de las aves, por lo que el efecto adicional de los fermentos sobre la conversión alimenticia fue limitado.

10.2.6. Mortalidad

En la tabla 38 se encuentran los resultados correspondientes a la mortalidad y viabilidad de los pollos de engorde evaluados bajo la inclusión de las distintas bebidas fermentadas. La población estuvo conformada por 100 aves distribuidas equitativamente en cuatro tratamientos (N=25 pollos/tratamiento). El periodo experimental de 42 días, se registró una viabilidad del 99,99% junto con una mortalidad la cual representa 1.00%, el único deceso se observó en el tratamiento T2 (4%), mientras que en el grupo control (T0) y en los demás tratamientos T1 y T3 la mortalidad fue nula (0,00%).

Tabla 34 Resultados de la mortalidad de pollos de engorde por tratamiento

Variable	Mortalidad				
	T0	**T1**	**T2**	**T3**	**Suma**
Animales muertos	0	0	1	0	1
Animales vivos	25	25	24	25	99
TOTAL	0	0	4,00	0	1,00

Estos resultados coinciden con lo descrito en otros estudios, como el de Villatoya (102), el cual realizó un estudio sobre el uso de probióticos el pollos de engorde obteniendo una mortalidad del 0%, dando a conocer que, la mortalidad podría estar relacionada principalmente con deficiencias en el manejo sanitario, así como con la presencia de factores estresantes que afectan el estado general de los pollos de engorde y su respuesta ante las condiciones del entorno. Resultados similares fueron descritos por Cho (103), quien evaluó el efecto de la suplementación con kéfir como probiótico natural en pollos de engorde, en dicho estudio, la mortalidad permaneció en niveles bajos y no difirió significativamente entre los tratamientos y el grupo control durante todo el ensayo, manteniéndose por debajo del 3%, valor considerado aceptable para los parámetros productivos, el autor atribuyó estos resultados a que el uso de probióticos naturales pueden favorecer la estabilidad de la microbiota gastrointestinal en pollos de engorde. Esto en comparación con los resultados obtenidos en el presente estudio, Sopa (104) reportó un porcentaje de mortalidad del 4%, el autor atribuyó este comportamiento a la aparición de enfermedades respiratorias asociadas al estrés provocando por las variaciones climáticas durante el traslado de los pollos hacia el galpón, comprometiendo el estado fisiológico de los pollos de engorde, aumentando su predisposición para desarrollar infecciones elevando la mortalidad durante el proyecto de investigación, es por ello que factores externos como el estrés térmico y manejo previo al inicio de la investigación puede influir en la supervivencia de las aves. En el estudio realizado se registró la muerte de un pollo perteneciente al tratamiento T3, esto ocurrió al inicio del experimento, por lo que es posible que estuviera relacionado con proceso de adaptación de las aves a las nuevas condiciones de alojamiento y manejo, así como al estrés derivado del transporte y el cambio de ambiente.

10.3. Análisis Costo/beneficio

Según la tabla 41, el análisis económico muestra que los egresos totales fueron iguales en los tratamientos evaluados. En cuanto a los ingresos, estos presentaron una ligera variación entre tratamientos, determinada por el peso final alcanzado por las aves al momento de la comercialización.

Respecto a la relación costo/beneficio el tratamiento T0 presentó el mayor índice de rentabilidad (1,23), lo que significa que por cada dólar invertido se obtuvo un retorno de $1,23. Aunque todos los tratamientos presentaron una relación costo/beneficio superior a

uno, evidenciando que el sistema de producción fue económicamente rentable, la inclusión de las bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano no generó una ventaja económica con respecto al tratamiento control.

Tabla 35 Costo/beneficio durante el uso de los tratamientos evaluados en los pollos de engorde

	Tratamientos			
	T0	**T1**	**T2**	**T3**
Egresos ($)				
Número de aves	25	25	25	25
Costo de aves	35	35	35	35
Alimento inicial	18.50	18.50	18.50	18.50
Alimento de crecimiento	21.80	21.80	21.80	21.80
Alimento de engorde	33	33	33	33
Yogurt natural	0	2	2	2
Panela	0	1	1	1
Plátano	0	0	0	0
Piña	0	0	0	0
Cascarilla	1	1	1	1
Gas	2	2	2	2
Insumos y equipamiento	3	3	3	3
Servicios básicos	1,50	1,50	1,50	1,50
Insumos veterinarios	1,20	1,20	1,20	1,20
Total, de egresos ($)	117,00	120,00	120,00	120,00
Ingresos ($)				
Venta de aves	137,5	137,5	138,5	137,7
Pollinaza	6	6	6	6
Total, ingresos ($)	143,5	144,5	144,5	143,5
Relación beneficio/costo	1,23	1,20	1,20	1,20

Los resultados obtenidos evidencian que la inclusión del probiótico fue económicamente viable, lo cual está reflejado en la relación costo/beneficio alcanzada. Esto coincide con lo descrito por Achiote (105), quien señala que este indicador financiero permite evaluar la rentabilidad de los sistemas de producción avícola y que los valores superiores a 1 indican que los beneficios generados compensan los costos de producción, demostrando la rentabilidad económica del proyecto. De manera similar, Pinotti (106) reportó que la suplementación con probióticos en la alimentación de pollos de engorde no afectó negativamente los parámetros productivos ni las características de la canal, manteniendo la rentabilidad del sistema de producción, además el autor menciona que la relación

costo/beneficio puede incrementarse ligeramente cuando los probióticos o subproductos utilizados presentan un bajo costo y son de fácil disponibilidad favoreciendo así la eficiencia económica de los sistemas de producción avícola

11. IMPACTOS

11.1. Impacto Técnico

La investigación aporta una alternativa técnica para la producción avícola al proponer el uso de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano, administrados en forma de bebidas fermentadas en el agua de bebida de los pollos de engorde. Esta propuesta permitió establecer una metodología de elaboración y aplicación de los fermentos, así como su caracterización fisicoquímica, bromatológica y microbiológica, lo que constituye una base práctica para evaluar subproductos frutales como suplementos naturales en avicultura. Además, el estudio generó información técnica sobre su efecto en parámetros productivos y económicos, aportando evidencia útil para mejorar el uso de recursos agroindustriales y para valorar alternativas que reduzcan la dependencia de antibióticos como promotores de crecimiento.

11.2. Impacto Económico

La investigación tuvo un impacto económico positivo al demostrar que la inclusión de probióticos naturales elaborados a partir de cáscara de piña y cáscara de plátano no compromete la rentabilidad del sistema productivo de pollos de engorde. Sin embargo, bajo las condiciones evaluadas, los fermentos no generaron una ventaja económica adicional frente al control, aunque tampoco produjeron pérdidas, por lo que su uso puede considerarse una alternativa económicamente sostenible que aprovecha subproductos agroindustriales de bajo costo y contribuye a reducir la dependencia de insumos convencionales en la producción avícola.

11.3. Impacto Social

La investigación genera un impacto social al aportar una alternativa basada en el aprovechamiento de subproductos agroindustriales, como la cáscara de piña y la cáscara de plátano, para la elaboración de bebidas fermentadas con potencial probiótico destinadas a la alimentación de pollos de engorde. Esta propuesta promueve el uso de recursos disponibles localmente, fortaleciendo la transferencia de conocimientos hacia

productores avícolas, estudiantes y profesionales del área agropecuaria. Asimismo, los resultados obtenidos demuestran que la utilización de estos fermentos no afectó negativamente los parámetros productivos ni la rentabilidad del sistema, proporcionando información científica que puede contribuir al uso racional de alternativas naturales como complemento en la producción avícola. De esta manera, la investigación favorece el desarrollo de estrategias que incentiven el aprovechamiento de residuos agroindustriales, fortalezcan la producción pecuaria y promuevan una mayor conciencia sobre el uso de insumos naturales en beneficio del sector avícola y de la sociedad.

12. CONCLUSIONES

- Se determinó que las bebidas fermentadas elaboradas a partir de cáscara de piña (Ananas comosus) y cáscara de plátano (Musa paradisiaca) presentaron características fisicoquímicas, bromatológicas y microbiológicas adecuadas para su utilización como suplemento probiótico. Ambos fermentos registraron un pH ácido, presencia de ácido acético y poblaciones viables de microorganismos benéficos como Lactobacillus spp., *Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae*, comprobando que los subproductos frutales constituyen un sustrato apropiado para el desarrollo de microorganismos que pueden ser empleados como probióticos.
- La suplementación de las bebidas fermentadas en el agua de bebida de los pollos de engorde no produjo diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) sobre el peso vivo, consumo de alimento, consumo de agua, conversión alimenticia, mortalidad y morbilidad durante la mayor parte del periodo experimental. Únicamente la ganancia de peso presentó una diferencia significativa a los 28 días en el tratamiento T3, sin embargo, este efecto fue transitorio y no se mantuvo hasta el final del ensayo, por lo que la inclusión de los fermentos no mejoró de manera consistente el desempeño productivo de los pollos de engorde bajo las condiciones de esta investigación.
- El análisis económico demostró que todos los tratamientos presentaron una relación beneficio/costo superior a uno, confirmando que el sistema de producción fue económicamente viable. No obstante, el tratamiento control alcanzó la mayor rentabilidad (B/C = 1,23), mientras que los tratamientos suplementados con las bebidas fermentadas registraron una relación beneficio/costo de 1,20, evidenciando que, bajo las condiciones del estudio, la incorporación de los fermentos no generó una ventaja económica respecto al tratamiento sin suplementación (T0).

13. RECOMENDACIONES

- En estudios posteriores se debe realizar la investigación con diferentes dosis, tiempos de administración y niveles de inclusión de los fermentos de cáscara de piña y cáscara de plátano, y con ello determinar si una mayor o menor concentración puede generar una respuesta productiva más consistente en los pollos de engorde.
- Analizar el efecto de estos probióticos naturales bajo distintas condiciones de manejo, sanidad y ambiente, ya que los resultados obtenidos indican que su efecto productivo fue limitado y no se mantuvo de manera sostenida durante todo el periodo experimental.
- Evaluar la viabilidad económica de los fermentos en sistemas productivos a mayor escala, considerando costos de elaboración, disponibilidad local de materia prima y posibles variaciones en la relación costo/beneficio.

14. BIBLIOGRAFÍAS

1. Costantini M, Ferrante V, Guarino M, Bacenetti J. Evaluación de la sostenibilidad ambiental de la producción avícola mediante enfoques de ciclo de vida: Una revisión crítica. Trends Food Sci Technol [Internet]. 2021;110:201–12. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.086.
2. Velastegui J. Estadísticas mundiales y nacionales de producción avícola (carne y huevos). Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas , Departamento de ciencias de la vida ; 2021. Disponible en: https://es.scribd.com/document/510503176/Velastegui-Estadisticas-Nacionales-y-Mundiales-Produccion-Avicola.
3. Jiménez G. Mejorando el crecimiento de importaciones. Proyecto de servicio social. Guayaquil: PUCE; 2021. Disponible en: https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/42236.
4. Chávez F, Vargas B. Impacto ambiental de la cadena de producción de pollo de engorde bajo sistemas convencionales. Agronomía Mesoamericana. 2025 Diciembre; 36 (1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.15517/am.2025.61097.
5. Vargas E. Producción avícola en el Ecuador. Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. CONAVE. [Internet].; 2025 [citado el 20 de julio del 202. Disponible en: https://conave.org/ecuador-celebra-dos-anos-exportando-carne-de-pollo/.
6. Ramirez A, Mehdi Y, Pierre M, Lou M, Chorfi Y. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. Animal Nutrition. 2018 Junio; 4(2). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002.
7. Reyes J, Schettini M, Castro K, Valero N. Resistencia antimicrobiana en Escherichia coli aislada de materia fecal de avicultores, asociado al uso de antibióticos en la crianza de pollos, Calceta-Bolívar. Revista científica Dominio de las ciencias. 2021; 7 (2). Disponible en: https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1885.
8. Hossen I, Nath S, Rafiqui I, Tofazzal La producción avícola. M. AXON VET. [Internet].; 2023 [citado el 20 de julio del 2026. Disponible en: https://axoncomunicacion.net/potenciadores-del-crecimiento-como-alternativa-a-los-antibioticos-en-el-pienso-en-la-industria-avicola/.
9. Cevallos R, Peña I, Díaz J. Modelo econométrico de la demanda de carne de pollo en el cantón Olmedo Manabí-Ecuador. ECA Sinergia. 2023 Enero; 14(1). Disponible en: https://doi.org/10.33936/ecasinergia.v14i1.4100.
10. Carrasco H. CONAVE. Importancia del sector avícola al país [Internet].CONAVE; 2021 [citado el 12 de julio de 2026]. Disponible en: https://conave.org/importancia-del-sector-avicola-al-pais/

11. Gutiérrez M. Diana Espín: La avicultura alimenta al Ecuador [Internet]. aviNews, la revista global de avicultura. Agri Noticias; 2020 [citado el 12 de julio de 2026]. Disponible en: https://avinews.com/diana-espin-la-avicultura-alimenta-a-ecuador/
12. Sandoval M. La avicultura alimenta al Ecuador [Internet]. aviNews, la revista global de avicultura. Agri Noticias; 2020 [citado el 12 de julio de 2026]. Disponible en: https://avinews.com/diana-espin-la-avicultura-alimenta-a-ecuador/
13. Vargas González, O. N. Avicultura. Machala, Ecuador : Universidad Técnica de Machala (205). Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6846
14. Saldaña DR. La Industria Avícola Ecuatoriana [Internet]. Engormix. 2009 [citado el 12 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.engormix.com/avicultura/miscellaneous/industria-avicola-ecuatoriana_a28083/
15. Maurer AJ. AVES DE CORRAL | Pollo. En: Enciclopedia de Ciencias de los Alimentos y Nutrición. Elsevier; pág. 4680–6. Disponible en: https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00952-4
16. Alvarez S, Gomez A. Comparación de pollos de engorde: Híbridos Ross® (308), Cobb® CS (744), y Cobb® (500). [Honduras]: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; 2018. Disponible en : https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/193b1906-9e54-4a15-82a6-3f12fea66c78/content
17. Siegel PB. Broiler genetics and the future outlook. Front Physiol [Internet]. 2023;14:1150620. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2023.1150620
18. Sams A. Pollos de engorde, Módulo de referencia en Ciencia de Alimentos.Sciencedirect.com. [citado el 17 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/broiler-chickens
19. Arias D. Manejo de broilers en fase de inicio.Veterinaria Digital.(2020). [citado el 17 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-broilers-en-fase-de-inicio/
20. Stewart B. Manejo de pollos en crecimiento [Internet]. Manual de veterinaria de MSD. 2023 [citado el 18 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.msdvetmanual.com/es/aves-de-corral/nutrici%C3%B3n-y-manejo-ave-de-corral/manejo-de-pollos-en-crecimiento
21. Zambrano H. Ciclo completo de pollos de engorde: Guía práctica [Internet]. Bio Concentrados. [citado el 18 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.bioconcentrados.com/publicaciones/actualidad/el-negocio-de-engordar-pollos

22. Intriago V. Factores que influyen en los rendimientos productivos de pollos de engorde [Internet]. Engormix. 2015 [citado el 18 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.engormix.com/avicultura/manejo-pollo-engorde/factores-influyen-rendimientos-productivos_a32450/
23. Apalowo OO, Ekunseitan DA, Fasina YO. Impact of heat stress on broiler chicken production. Poultry (Basel) [Internet]. 2024;3(2):107–28. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/poultry3020010
24. Estrada-Pareja MM, Márquez-Girón SM, Restrepo Betancur LF. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. Rev Colomb Cienc Pecu [Internet]. 2007 [citado el 19 de julio de 2026];20(3):288–303. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902007000300007&script=sci_arttext
25. Cuéllar J. Ventilación en avicultura ¿en qué consiste? .Veterinaria Digital.com. [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.veterinariadigital.com/articulos/ventilacion-en-avicultura-en-que-consiste/
26. Romina. Ventilación en granjas avícolas mejora salud y productividad [Internet]. aviNews, la revista global de avicultura. agriNews; 2026 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://avinews.com/ventilacion-avicola-mexico/
27. Osorio H. R, Tinoco IFF, Osorio S. JA, Souza C de F, Coelho DJ de R, Sousa FC de. Calidad del aire en galpón avícola con ventilación natural durante la fase de pollitos. Rev Bras Eng Agríc Ambient/Braz J Agric Environ Eng [Internet]. 2016;20(7):660–5. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n7p660-665
28. Ramírez N. Nutrición en pollos de engorde: estrategias para mejorar el rendimiento y la salud intestinal [Internet]. aviNews, la revista global de avicultura. agriNews; 2025 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://avinews.com/nutricion-en-pollos-de-engorde-estrategias-de-rendimiento/
29. Sáenz J. Nutrición avícola: el papel de los sistemas de suministro de alimentos y su impacto en la producción. (2025) Veterinariadigital.com. [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.veterinariadigital.com/articulos/nutricion-avicola-el-papel-de-los-sistemas-de-suministro-de-alimentos-y-su-impacto-en-la-produccion-sostenible/
30. Ebrahimi NA, Nobakht A, İnci H, Palangi V, Suplata M, Lackner M. Drinking water quality management for broiler performance and carcass characteristics. World [Internet]. 2024;5(4):952–61. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/world5040048
31. Veliz JGO. Importancia del Agua en Pollos de Engorde - ABC Avícola [Internet]. ABC Avícola. 2025 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://abcavicola.com/importancia-del-agua-en-pollos-de-engorde/

32. Gallard EA, Menichelli MM, Di Masso RJ, Revidatti FA. Effect of stocking density and house section on body weight of broilers. Compend Cienc Vet [Internet]. 2021;11(1):13–9. Disponible en: http://dx.doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2021.11.01.13
33. Gallardo X. Densidad poblacional para pollos de engorde. [Internet]. Bmeditores.mx. 2022 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://bmeditores.mx/avicultura/densidad-poblacional-para-pollos-de-engorde/
34. Jacob J.Sistema digestivo aviar [Internet]. Extensión.org.2023 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://poultry.extension.org/articles/poultry-anatomy/avian-digestive-system/
35. Zanuzzi A, Barbeito C. Sistema Digestivo aviar. [Internet]. Edu.ar. [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/177754/Documento_completo.%205%20-%20Histolog%C3%ADa%20de%20las%20aves.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. Informe de Aviagen Aviagen [Internet]. Aviagen.com. [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBrief-GutHealth-2019-ES.pdf
37. Ravindran V, Abdollahi MR. Nutrición y fisiología digestiva del pollo de engorde: estado actual y perspectivas. Animals (Basel) [Internet]. 2021;11(10):2795. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani11102795
38. Romero H. NA. Sistema digestivo de las aves [Internet]. Experto Animal. 2023 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://expertoanimal.elperiodico.com/sistema-digestivo-de-las-aves-26432.html
39. Puga F. Conceptos del aparato digestivo en el pollo de engorda. [Internet] Bm Editores.mx. 2022 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://bmeditores.mx/avicultura/conceptos-del-aparato-digestivo-en-el-pollo-de-engorda/
40. Ceccopieri C, Madej JP. Tejidos linfoides secundarios del pollo: estructura y relevancia en la investigación inmunológica. Animals (Basel) [Internet]. 2024;14(16):2439. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani14162439
41. Pan D, Yu Z. Microbioma intestinal de las aves de corral y su interacción con el huésped y la dieta. Gut Microbes [Internet]. 2014;5(1):108–19. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4161/gmic.26945
42. Alvarado E, Hernández E. La importancia de la microbiota intestinal en la fisiología y rendimiento de pollos de engorda y gallinas de postura. Ciencia UAT [Internet]. 2023;155–69. Disponible en: http://dx.doi.org/10.29059/cienciauat.v18i2.1795

43. García M. Importancia de la microbiota intestinal de las aves y su posible regulación con el uso de fibras [Internet]. Avicultura.mx. 2026 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.avicultura.mx/articulos/importancia-de-la-microbiota-intestinal-de-las-aves-y-su-posible-regulacion-con-el-uso-de-fibras
44. Ortiz M. Parámetros productivos en la avicultura [Internet]. Bmeditores.mx.2021 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-en-la-avicultura/
45. Barragán J. El peso vivo no lo dice todo - Edición Latino América (#6) - The Poultry Site [Internet]. Thepoultrysite.com. El Sitio Avícola; [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.thepoultrysite.com/intestinalhealth/issue24/latino-amrica-edicin-6/210/el-peso-vivo-no-lo-dice-todo
46. Cuéllar A. Conversión alimenticia en el pollo de engorde: ¿Qué significa y cómo hacerla eficiente? [Internet] Veterinariadigital.com. 2022 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.veterinariadigital.com/articulos/conversion-alimenticia-en-el-pollo-de-engorde-que-significa-y-como-hacerla-eficiente/
47. Carletti N. Conversión alimenticia en pollos de engorde: los factores que más afectan la eficiencia productiva [Internet]. aviNews, la revista global de avicultura. Noticias agrícolas; 2026 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: http://avinews.com/conversion-alimenticia-en-broilers-los-factores-que-mas-afectan/
48. Cabrera O. Caracterización de la mortalidad avícola [Internet]. aviNews, la revista global de avicultura. Noticias agrícolas; 2017 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://avinews.com/caracterizacion-de-la-mortalidad/
49. Cevallos H. Requerimientos nutricionales de pollos de carne (pollos de engorde) [Internet]. Centro avícola de Australia. 2020 [citado el 20 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.poultryhub.org/all-about-poultry/nutrition/nutrition-requirements-of-meat-chickens-broilers
50. Chen C. Nutrición para la parvada de traspatio [Internet]. Informe de campo CAES. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la UGA; 2026 [citado el 20 de julio de 2026]. Disponible en: https://fieldreport.caes.uga.edu/publications/C954/nutrition-for-the-backyard-flock/
51. Korver D. Necesidades nutricionales en aves de producción [Internet]. Manual de veterinaria de MSD. 2023 [citado el 20 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.msdvetmanual.com/es/aves-de-corral/nutrici%C3%B3n-y-manejo-ave-de-corral/necesidades-nutricionales-en-aves-de-producci%C3%B3n
52. Zárate E. Veterinariadigital.com. [citado el 20 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-importancia-de-los-minerales-en-la-produccion-avicola/

53. Hayajneh FMF. Aditivos alimentarios naturales para pollos de engorde. S Afr J Anim Sci [Internet]. 2019;49(5):869–75. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v49i5.9
54. Uso de enzimas exógenas en las dietas de aves de producción – Campus Avícola [Internet]. Campusavicola.com. [citado el 20 de julio de 2026]. Disponible en: https://campusavicola.com/blog/uso-de-enzimas-exogenas-en-las-dietas-de-aves-de-produccion/
55. Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR. El papel de las enzimas exógenas en la promoción del crecimiento y la mejora de la digestibilidad de los nutrientes en las aves de corral. Iran J Vet Res. verano de 2018;19(3):157–64. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
56. Moreno E. Uso combinado de enzimas en la nutrición de pollos de engorde. [Internet]. Nutrinews.com.2023 [citado el 20 de julio de 2026]. Disponible en: https://nutrinews.com/enzimas-pollos-engorde-digestibilidad/
57. Chukwudi P, Umeugokwe PI, Ikeh NE, Amaefule BC. Los efectos de los ácidos orgánicos en la nutrición de pollos de engorde: una revisión. Animal Research and One Health [Internet]. 2025;3(1):43–53. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1002/aro2.85
58. Gerzilov V, Hristakieva P. Suplementación con ácidos orgánicos en la nutrición avícola: una revisión. Open Vet J [Internet]. 2025;15(8):3448–58. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i8.8
59. Gonzáles A. S, Icochea E, Reyna S. P, Guzmán J, Cazorla M, Lúcar J, et al. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2013 [citado el 20 de julio de 2026];24(1):32–7. Disponible en: https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000100004
60. Krauze M. Fitobióticos, un promotor natural del crecimiento para aves de corral. En: Estudios avanzados en nutrición animal del siglo XXI. IntechOpen; 2021. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/354017015_Phytobiotics_a_Natural_Growth_Promoter_for_Poultry
61. Estupiñan A, Orduz Y, López L, Montoya L, Parra L, Luna Rodriguez K, et al. Efecto de un aditivo fito biótico sobre el rendimiento productivo y calidad de carne de pollo de engorde en ambiente de cría tropical. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2022;33(4):e21509. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i4.21509
62. Krauze M, Cendrowska M, Matusevičius P, Stępniowska A, Jurczak P, Ognik K. Efecto de la administración de un fito biótico que contiene aceite de canela y ácido cítrico sobre el metabolismo, la inmunidad y el rendimiento de crecimiento de los pollos de engorde. Animals (Basel) [Internet]. 2021;11(2):399. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani11020399

63. Ricke C. Prebióticos y producción avícola alternativa. Poult Sci [Internet]. 2021;100(7):101174. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2021.101174
64. Halder, N., Sunder, J., De, AK *et al*. Probióticos en aves de corral: una revisión exhaustiva. *JoVAZ* **85** , 23 (2024). https://doi.org/10.1186/s41936-024-00379-5
65. Naeem M, Bourassa D. Probióticos en aves de corral: Desbloqueando la productividad a través de la modulación del microbioma y la salud intestinal. Microorganismos [Internet]. 2025;13(2):257. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms13020257
66. Mazziotta C, Tognon M, Martini F, Torreggiani E, Rotondo JC. Mecanismo de acción de los probióticos sobre las células inmunitarias y efectos beneficiosos para la salud humana. Cells [Internet]. 2023;12(1):184. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/cells12010184
67. Vizcaíno R, Macias-Tomei C, Márquez S JC, Morales A, Torres N. Usos clínicos de los probióticos. [Internet]. 2016 [citado el 2 de agosto de 2026];79(1):029–40. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492016000100007
68. Díaz A, Ángel J. Probióticos en la avicultura: una revisión. Rev Med Vet [Internet]. 2017;(35):175–89. Disponible en: http://dx.doi.org/10.19052/mv.4400
69. Mnisi M, Mhlongo G, Manyula F. Pulpas de frutas como ingredientes funcionales en la nutrición avícola: Una revisión. Front Anim Sci [Internet]. 2022;3(883988). Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fanim.2022.883988
70. Narváez W. Utilizando residuos frutales en la alimentación de pollos de engorde [Internet]. Cadenaavicola.com. [citado el 21 de julio de 2026]. Disponible en: https://cadenaavicola.com/utilizando-residuos-frutales-en-la-alimentacion-de-pollos-de-engorde/
71. Cabrera A, Renteria I, Sánchez C, et al. Uso de subproductos avícolas como fuente de proteínas en la preparación de dietas para rumiantes. Abanico Vet [Internet]. 2018;8(2). Disponible en: http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.82.5
72. Hernández G, Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. Bol Cienc Agropec ICAP. 2021;7(14):24-28. Disponible en: https://share.google/uIsZk0w924eIRf5p8
73. Montenegro L. Composición química de la piña (Ananas comosus) y los subproductos a nivel de campo como materia prima alternativa para la producción animal [Internet]. Edu.ec. 2020. [citado el 21 de julio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.uteq.edu.ec/items/1a1bee38-273a-42ad-99ee-21479dd2c333
74. Mendoza A, Pardavé W. Caracterización Físico-Químico de la cáscara de piña (Ananas Comosus) tipo petrolera del departamento de Santander. Rev politec [Internet]. 2023;19(38):143–59. Disponible en: http://dx.doi.org/10.33571/rpolitec.v19n38a9

75. Hu Y, Tang S, Zhao W, Wang S, Sun C, Chen B, et al. Efectos del orujo de arándano seco y del orujo de piña en el rendimiento del crecimiento y la calidad de la carne de pollo de engorde. Animals (Basel) [Internet]. 2023;13(13):2198. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani13132198
76. López MM, WingChing R, Rojas A. Meta-análisis de los subproductos de piña (Ananas comosus) para la alimentación animal. Agron Mesoam [Internet]. 2014;25(2):383–92. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15517/am.v25i2.1545
77. Túquerres S, Gamboa X. Impacto de la cáscara de plátano (Musa paradisiaca L.) en el desempeño productivo de pollos de engorde: una revisión narrativa. allá [Internet]. 2026 [citado el 2 de agosto de 2026];9(18):88–109. Disponible en: https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/2249
78. Pérez W. El valor de las cáscaras en las dietas de las aves de corral. Allaboutfeed.net. 2020 [citado el 2 de agosto de 2026]. Disponible en: https://es.allaboutfeed.net/el-valor-de-las-cascaras-en-las-dietas-de-las-aves-de-corral/
79. Llanes M, Almeida A, Rodrigues A, Leal K. Cáscara de plátano: beneficios, propiedades y cómo utilizar [Internet]. Tua Salud. 2023 [citado el 2 de agosto de 2026]. Disponible en: https://www.tuasaude.com/es/cascara-de-platano/
80. Akram T, Mustafa S, Ilyas K, Tariq MR, Ali DE, Ali S, et al. Suplementación con polvo de cáscara de plátano para el desarrollo de nuggets funcionales para pollos de engorde. PeerJ [Internet]. 2022;10(e14364):e14364. Disponible en: http://dx.doi.org/10.7717/peerj.14364
81. Saeed M, Hassan FU, Al-Khalaifah H, Islam R, Kamboh AA, Liu G. Alimento de plátano fermentado y nanopartículas: un nuevo enfoque ecológico y rentable para la industria avícola. Poult Sci [Internet]. 2025;104(7):105171. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2025.105171
82. Hidalgo G. Uso de plátano en la alimentación de gallinas ponedoras [Internet]. Engormix. [citado el 2 de agosto de 2026]. Disponible en: https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-ponedoras/uso-platano-alimentacion-gallinas_f8559/
83. Mexicano L. Análisis Bromatológicos en Alimentos - Lloyd Mexicano Laboratorios [Internet]. Lloyd Mexicano Laboratorios - Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos. Laboratorios Lloyd Mexicano; 2024 [citado el 2 de agosto de 2026]. Disponible en: https://lloydmex.com/analisis-bromatologicos-en-alimentos-una-vision-profunda/
84. Google. (sf). [Direcciones de Google Maps ubicación del galpón en la parroquia de Pujilí]. Recuperado el 31 de Julio de 2026. Disponible en: https://www.google.com/maps?q=-1.0009205,-78.7075914&z=17&hl=es

85. Buitrón M. Elaboración de una Bebida Fermentada Con La Utilización De Diferentes Niveles De Pulpa De Arazá. [Riobamba]: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo; 2022. Disponible en: https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/768565b1-6fc6-4c0b-ae0c-59525d9ad8ae/content
86. Fathima S, Shanmugasundaram R, Adams D, Selvaraj RK. Microbiota gastrointestinal y su manipulación para mejorar el crecimiento y el rendimiento en los pollos. Foods [Internet]. 2022;11(10):1401. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/foods11101401
87. SYA Qattan, Batiha GE, Khafaga AF, et al. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl) [Internet]. 2020;104(6):1835–50. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/jpn.13454
88. Saeed M, Hassan F-U, Al-Khalaifah H, Islam R, Kamboh AA, Liu G. Fermented banana feed and nanoparticles: a new eco-friendly, cost-effective potential green approach for poultry industry. Poult Sci [Internet]. 2025;104(7):105171. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2025.105171
89. Varga L, Katu JK, Tóth T, Ásványi B, Hatvan Z . Effect of fermented feed on growth performance and gut health of broilers: A review. Animals (Basel) [Internet]. 2025;15(13):1957. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani15131957
90. Ruiz G, Zamora M, Pescuma M, Sánchez A. Frutas y subproductos de frutas como fuente de compuestos bioactivos. Beneficios y tendencias de la fermentación del ácido láctico en el desarrollo de nuevas bebidas funcionales a base de frutas. Alimentos Res Int [Internet]. 2021;140(109854):109854. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109854
91. Törős G, El-Ramady H, Elsa Khawy T, Abdalla N, et al. Fermentación de frutas y verduras: Uniendo la sabiduría tradicional y la ciencia moderna para la conservación de alimentos y la mejora de su valor nutricional. Foods [Internet]. 2025;14(13):2155. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/foods14132155
92. Begaliyeva N , Karahan AG , Kaldybaev A , Kudaibergenova A , Nurgazina A , Akhmet Sadykov N , Ospanova A , Akhmetsadykova S. (2024) Efectos de los probióticos en el rendimiento del crecimiento y la calidad de la carne de pollos de engorde. *Ciencia de la producción animal* 64, AN23424. https://doi.org/10.1071/AN23424
93. Dong Y, Tang S, Zhao W, Wang S, Sun C, Chen B, et al. Efectos del orujo de arándano seco y del orujo de piña en el rendimiento del crecimiento y la calidad de la carne de pollo de engorde. Animals (Basel) [Internet]. 2023;13(13):2198. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani13132198
94. Kong C. Rendimiento de crecimiento de pollos de engorde machos en diferentes fases de crecimiento en respuesta a las concentraciones de aminoácidos en la dieta de pre inicio.

Hanguk Tongmul Chawon Kwahakhoe Chi [Internet]. 2025;67(4):839–52. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5187/jast.2024.e55

95. Heryandi Y, Adrizal, Ningsih N, Mahata ME. Características del canal y desarrollo de órganos de pollos de engorde alimentados con residuos de cáscara de piña fermentada [Ananas comosus (L.) Merr utilizando una solución de microorganismos locales derivada de brotes de bambú. Int J Poult Sci [Internet]. 2018;17(5):229–33. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2018.229.233
96. Hossain S, Biswas BK, Das S, Pory FS, Raut R, Yeasmin F, et al. Efectos de la suplementación con ácido cítrico, simbióticos y probióticos a través del agua de bebida sobre el rendimiento del crecimiento, el rendimiento de la canal y la bioquímica sanguínea de pollos de engorde. Animals (Basel) [Internet]. 2025;15(8):1168. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani15081168
97. Toapanta M. "Evaluación en la crianza de pollos con 3 niveles de fermento de plátano verde como fuente de probiótico" [Internet]. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2025 [citado el 28 de febrero de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bc5272cf-f5a5-43b7-af96-cf459985fab5/content.
98. Rivera W, Barquero E, Chaves J. Efecto del uso del probiótico Bacillus subtilis (QST 713) como promotor del crecimiento en pollos de engorde: una alternativa al dis salicilato de metilo de bacitracina. Poult Sci [Internet]. 2021;100(9):101372. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2021.101372
99. Bilal M, El-Fateh M, Arfan HM, Zhao X. Metaanálisis de los efectos de los probióticos en el rendimiento de pollos de engorde: Bacillus supera a Lactobacillus con una eficacia mejorada y más prolongada en regiones en desarrollo. Poult Sci [Internet]. 2026;105(6):106854. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2026.106854
100. Zeng T, Hao L, Xu W, et al. Efectos del alimento fermentado en el rendimiento del crecimiento, la actividad antioxidante, la función inmunitaria, la actividad de las enzimas digestivas intestinales, la morfología y la microflora de pollos de plumas amarillas. Animals (Basel) [Internet]. 2023;13(22):3545. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ani13223545
101. Medina NM, González CA, Daza SL, Restrepo O, Barahona Rosales R. Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa de *saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano. Rev Fac Med Vet Zootec [Internet] 61(3):270–83. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46873

102. Villatoya K. Evaluación de la inclusión de un suplemento orgánico proteico a base de suero de leche en la alimentación de pollos camperos de 15 días de edad [Internet]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. 2022 [citado el 1 de marzo de 2026]. Disponible en: https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/60057fd0-7f2e-44e4-8406-42e603efb086/content.

103. Cho JH, Zhang ZF, Kim IH. Efectos de la suplementación dietética, ya sea individual o combinada, de β-glucano y kéfir sobre el rendimiento del crecimiento, las características sanguíneas y la calidad de la carne en pollos de engorde. Br Poult Sci [Internet]. 2013;54(2):216–21. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2013.777691.

104. Sopa A . "Efecto de la utilización de lactosuero en el rendimiento productivo de pollos de engorde". Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2025.

105. Achiote H. "Efecto de la utilización de lactosuero en el rendimiento productivo de pollos de engorde" [Internet]. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2025 [citado el 1 de marzo de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/953f4945-99c6-47e9-8489-7a1b0c21c0c3/content.

Pinotti L, Luciano A, Ottoboni M, Manoni M, Ferrari L, Marchis D, et al. Reciclaje de restos de alimentos en piensos: una oportunidad para aumentar la sostenibilidad de la producción animal. J Clean Prod [Internet]. 2021;294(126290):126290. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126290.